



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 100 49 801 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 01 M 8/02  
H 01 M 8/24

21 Aktenzeichen: 100 49 801.9  
22 Anmeldetag: 9. 10. 2000  
43 Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 100 49 801 A 1

30 Unionspriorität:  
11-287517 08. 10. 1999 JP  
11-334100 25. 11. 1999 JP  
71 Anmelder:  
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP  
74 Vertreter:  
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,  
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

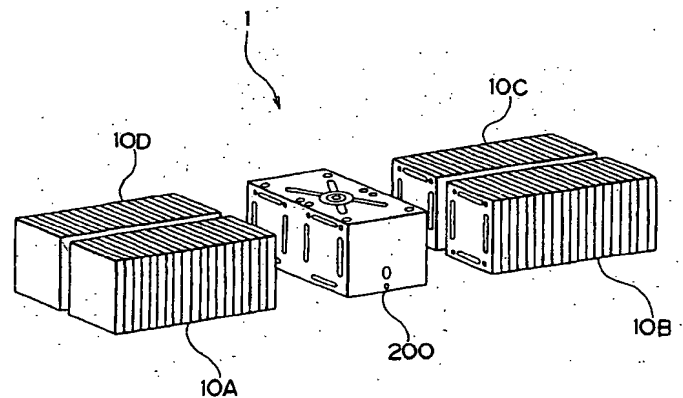
72 Erfinder:  
Hirakata, Syuji, Toyota, Aichi, JP; Nishida, Shin,  
Toyota, Aichi, JP; Aoto, Akira, Toyota, Aichi, JP;  
Bisaka, Toru, Toyota, Aichi, JP; Tanaka, Hideyuki,  
Toyota, Aichi, JP; Hotta, Yutaka, Toyota, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Brennstoffzellenvorrichtung

57 Eine Brennstoffzellenvorrichtung ist durch die Verbindung von vier Stacks bzw. Stapeln über einen Zuführ-/Abfuhrkasten (200) ausgebildet. Eine Kühlwasser-Zuführöffnung (31) und eine Kühlwasser-Abfuhröffnung (32) sind durch ein Kabel kurzgeschlossen, wodurch die elektrische Potentialdifferenz zwischen ihnen beseitigt wird. Um eine Behinderung von Gasströmen infolge von Wassertröpfchen zu vermeiden, ist ein Abfuhranschluß (205, 207) zum Abführen von Wassertröpfchen in der Nähe einer Brennstoffgas-Abfuhröffnung (204) des Zuführ-/Abfuhrkastens (200) vorgesehen. Jeder Stapel (10A, 10D) ist durch Einspannen von Endplatten (12, 14) gebildet, die an entgegengesetzten Enden von gestapelten Zellen durch die Verwendung von oberen und unteren Spannplatten (170, 172) angeordnet sind. Die Spannplatten (170, 172) und die Endplatten (12, 14) sind durch Schrauben (175) festgelegt, die in einer Vertikalrichtung eingesetzt sind, wodurch eine Störung mit benachbarten Stapeln (10A, 10D) und mit dem Zuführ-/Abfuhrkasten (200) vermieden wird. Jede Spannplatte (170, 172) weist ein Isolierkörperelement (174) auf, das einstückig auf einer Oberfläche der Spannplatte (170, 172) vorgesehen ist, die an Zellen anliegt. Die auf diese Weise ausgebildete Brennstoffzellenvorrichtung ist in einem Außengehäuse (2, 3) aufgenommen, das zum Verhindern des Eindringens von Fremdstoffen einen abgedichteten Aufbau aufweist. Somit erzielt die Vorrichtung eine Größenverringern und eine Verbesserung der ...



DE 100 49 801 A 1

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

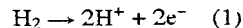
## 1. Umfeld der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennstoffzelle mit einer Anode und einer Kathode, die beidseitig von einer dazwischenliegenden, für Wasserstoffionen durchlässigen Elektrolytschicht angeordnet sind, und insbesondere eine Technologie zur Größenreduzierung eines Brennstoffzellen-Stack bzw. -stapels.

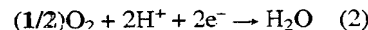
## 2. Beschreibung des einschlägigen Standes der Technik

Eine Brennstoffzelle weist eine Anode und eine Kathode auf, die beidseitig von einer dazwischenliegenden, für Wasserstoffionen durchlässigen Elektrolytschicht angeordnet sind und eine elektromotorische Kraft erzeugen, indem sie Reaktionen gemäß den Gleichungen (1), (2) an der Anode bzw. der Kathode herbeiführt.

Anode



Kathode



Es sind verschiedene Typen von Brennstoffzellen vorgeschlagen worden, die auf unterschiedlichen Typen von Elektrolytschichten beruhen, beispielsweise eine Phosphorsäure-Brennstoffzelle, eine Carbonatschmelze-Brennstoffzelle, eine Elektrolyt-Brennstoffzelle, eine alkalische Brennstoffzelle usw. Neuerdings richtet sich das Interesse auf eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle, die eine Wasserstoffionen-leitfähige Polymermembran als Elektrolytschicht einsetzt, wegen beispielsweise ihrer hohen Ausgangsleistungsdichte und ihres Potentials bei der Größenverringern. Im Hinblick auf die Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen wurden und werden verschiedene Verbesserungen in Betracht gezogen.

Bei jedem der vorstehend genannten Typen von Brennstoffzellen beträgt die theoretische elektromotorische Kraft pro Einzelzelle ca. 1,23 V. Daher wird eine angestrebte Spannung durch Stapeln bzw. Stacken einer Mehrzahl von Zellen erzielt. Eine durch Stapeln von Zellen und ihre Lagerung mittels Verwendung eines Gehäuses gebildete Einheit wird als Stack bzw. Stapel bezeichnet. Bei einem typischen Stapel tritt die Zellenstapelgenauigkeit als Innenwiderstand auf. Infolgedessen erhöht sich der Innenwiderstand, und der Brennstoffzellenwirkungsgrad nimmt ab, wenn eine extrem hohe Anzahl von Zellen gestapelt werden. Darüber hinaus erschwert das Stapeln einer extrem hohen Anzahl von Zellen eine gleichmäßige Zufuhr von Brennstoffgas an die Zellen. Aus diesen Gründen ist es eine übliche Vorgehensweise, die Erstellung einer Brennstoffzellen-vorrichtung unter Verwendung eines einzigen Stapels zu vermeiden, bei dem Zellen bis zu einer Anzahl gestapelt sind, die im wesentlichen eine angestrebte Spannung erzielt. Stattdessen wird eine Mehrzahl von aufgeteilten Brennstoffzellenstapeln in Reihe geschaltet, um dadurch eine angestrebte Spannung zu erzielen.

Als eine für die vorliegende Erfindung einschlägige Technologie wird eine Brennstoffzellenvorrichtung, die eine Mehrzahl von Stapeln anwendet, in der japanischen Patent-

offenlegungsschrift Nr. HEI 8-171926 vorgeschlagen.

Diese Brennstoffzellenvorrichtung ist in der Lage, den Einzelstapeln gleichförmig Brennstoff zuzuführen, und gestattet eine Größenverringern der Vorrichtung insgesamt.

Die Brennstoffzellenvorrichtung weist einen Aufbau auf, bei dem vier Stapel über Zuführ-/Abführelemente verbunden sind.

Es hat sich jedoch herausgestellt, daß zusätzlich zu den Problemen beim Zuführen und Abführen von Brennstoff verschiedene, im nachfolgenden erwähnte Probleme bestehen, wenn Brennstoffzellenstapel in verschiedenen Anwendungen wie in Fahrzeugen und dergleichen installiert werden sollen. Gemäß dem Stand der Technik wird eine Größenverringern von Brennstoffzellen bei Mitteln zur Lösung von Problemen wie den obenstehend genannten nicht in ausreichendem Maße in Betracht gezogen. Infolgedessen führt eine Lösung für ein wie obenstehend genanntes Problem oft zu einem Problem mit einer Größenzunahme einer Brennstoffzelle. Anders ausgedrückt, bevorzugte Mittel zur Lösung der nachfolgend erwähnten Probleme wurden nicht erschöpfend in Betracht gezogen.

Ein erstes Problem mit dem Brennstoffzellenstapel ist eines, das dem Kühlen zuzuordnen ist. Brennstoffzellen werden durch Kühlwasser gekühlt, das in Kühlwasserkanälen strömt, die in jedem Separator bzw. Trennelement ausgebildet sind, das Gaskanäle der jeweiligen Zelle begrenzt. Ein typisches Trennelement wird durch ein elektrisch leitfähiges Element gebildet. Infolgedessen wird Kühlwasser infolge eines Kontaktes mit den elektrisch leitfähigen Trennelementen während des Vorgangs des Kühlens von Zellen in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential der Elektroden elektrisiert. In einem Aufbau mit einer Wasserzuführöffnung zum Zuführen von Kühlwasser in einen Stapel und einer Wasserabführöffnung zum Abführen von Kühlwasser aus dem Stapel besteht eine Potentialdifferenz nahe den Öffnungen. In einem solchen Fall kann die elektrische Potentialdifferenz nachteilige Auswirkungen wie etwa galvanische Korrosion an der Wasserzuführöffnung und der Wasserabführöffnung und dergleichen hervorrufen.

Um derartige nachteilige Auswirkungen zu vermeiden, ist es vorstellbar, beispielsweise die Wasserzuführöffnung und die Wasserabführöffnung mit einem elektrisch isolierenden Material oder dergleichen zu bedecken. Diese Maßnahme führt jedoch zu einer Größenzunahme des Stapels. Insbesondere bei einem Aufbau, bei dem eine Mehrzahl von Stapeln verbunden sind, beträgt die Potentialdifferenz zwischen der Wasserzuführöffnung und der Wasserabführöffnung bis zu mehreren hundert Volt. Infolgedessen wird es bei einem solchen Aufbau erforderlich, die Größe eines Isolierbeschichtungselements zu erhöhen, so daß sich das Isolierbeschichtungselement stark auf die Größe der Vorrichtung auswirkt.

Als eine weitere Maßnahme ist es vorstellbar, eine Wasserzuführöffnung und eine Wasserabführöffnung an einer Stelle vorzusehen, an der keine elektrische Potentialdifferenz vorliegt. Da diese Maßnahme jedoch die Einschränkungen bezüglich der Stellen zum Vorsehen der Wasserzuführöffnung und der Wasserabführöffnung vermehrt, wird die Freiheit beim Entwerfen von Kühlwasserpässagen herabgesetzt, wodurch die Größenverringern der Vorrichtung behindert wird.

Ein zweites Problem im Hinblick auf den Stapel ist der Abführung von Wasser zuzuordnen, das durch die Reaktionen erzeugt wird. Wie in den Gleichungen (1), (2) angegeben ist, erzeugt eine Brennstoffzelle Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) durch die Reaktionen in ihr. Wasser, das in jeder Zelle erzeugt wird, wird von Gasströmen durch eine Rohrverzweigung für die Zuführung von Gasen zu dem Stapel zu einer Gasabführöffnung hin mitgenommen. In einer Polymerelektrolyt-Brenn-

stoffzelle wird auch Wasser zum Befeuchten der Elektrolytmembranen auf dem gleichen Wege wie oben erwähnt zur Gasabfuhröffnung transportiert. Erhöht sich die zur Gasabfuhröffnung transportierte Wassermenge, kann ein allgemein als Flutung bezeichnetes Phänomen auftreten, das einen instabilen Betrieb der Brennstoffzelle hervorruft. Genauer gesagt verringern in der Gasabfuhröffnung gebildete Kondenswassertropfchen den Querschnitt der Gasabfuhröffnung und behindern dadurch einen Gasstrom, so daß die Zuführung von Gas zu jeder Zelle behindert wird. Dies resultiert in einer instabilen Energieerzeugung.

Zur Vermeidung eines solchen Problems schlägt die japanische Patentveröffentlichungsschrift Nr. HEI 11-204126 einen Aufbau vor, bei dem ein Stapel mit einem Abflaßanschluß versehen ist. Da dieser Aufbau jedoch den Abflaßanschluß und ein außerhalb von dem Stapel vorgesehenes Abflaßventil beinhaltet, besteht ein Problem einer starken Größenzunahme des Aufbaus des Stapels und infolgedessen einer starken Größenzunahme des gesamten Aufbaus der Brennstoffzelle. Darüber hinaus ist es in einem Brennstoffzellenaufbau mit einer Mehrzahl von Stapeln erforderlich, Abführmechanismen separat für die einzelnen Stapels vorzusehen, so daß die Größenzunahme des Brennstoffzellenaufbaus sogar noch stärker ist.

Ein drittes Problem hinsichtlich des Stapels ist der Isoliercharakteristik der Zelle zuzuordnen. Ein Stapel ist mittels Lagesicherung von gestapelten Zellen derart ausgebildet, daß die Zellen sich nicht in der Stapelrichtung voneinander trennen. Ein externer Aufbau zur Lagesicherung der Zellen wird hierbei als "Stapelgehäuse" bezeichnet. Da die gestapelten Zellen ein Elektrodensatz sind, ist es erforderlich, das Stapelgehäuse und die gestapelten Zellen voneinander zu isolieren, falls ein Stapel gemäß der obenstehenden Beschreibung aufgebaut ist. Bei einem Stapel gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Isolierkörper wie etwa ein Silikongummi oder dergleichen zwischen die gestapelten Zellen und das Stapelgehäuse eingeschoben, um eine Isolierung zwischen ihnen zur Verfügung zu stellen. Wenn jedoch die Isolierung zwischen dem Stapelgehäuse und den gestapelten Zellen mittels des obenstehend beschriebenen Aufbaus erzielt werden soll, muß der Stapelherstellungsvorgang einen Schritt des Einschiebens eines Isolierkörpers beinhalten, so daß die Produktivität sich verringern kann. Da bei dem Vorgang zur Bildung eines Stapels durch das Stapeln von Zellen Präzision bezüglich des Innenwiderstands nötig ist, setzt die Hinzufügung des Schrittes zum Einschieben des Isolierkörpers die Produktivität in einigen Fällen stark herab. Da darüber hinaus Isolierkörper wie ein Silikongummi und dergleichen in der allgemeinen Regel eine vergleichsweise geringe Genauigkeit bezüglich ihrer Dicke aufweisen, ist es nötig, daß das Stapelgehäuse im Hinblick auf Variationen der Dicke des Isolierkörpers mit vergrößerten Abmessungen ausgebildet wird, um einen Stapel herzustellen, ohne unnötige Beanspruchungen der Zellen hervorzurufen. Da der Isolierkörper darüber hinaus eine bestimmte Dicke haben muß, um seine Konfiguration beizubehalten, erhält der Isolierkörper eine ungünstige Größe, was in einer Größenzunahme des Stapelgehäuses resultiert.

Als eine Technologie zur Vermeidung der obenstehend erwähnten Größenzunahme beschreibt die japanische Patentveröffentlichungsschrift Nr. HEI 8-162143 eine Technologie, bei der vier Seitenflächen eines Stapels durch Auftrag eines Gummis darauf beschichtet sind. Wird diese Technologie jedoch zum Erzielen der Isolierung eines Stapels angewendet, muß der Schritt des Aufbringens von Gummi hinzugefügt werden. Sollte des weiteren in einem gummibeschichteten Stapel ein Bruch oder dergleichen auftreten, so ist eine Reparatur schwierig. Angesichts dieser Umstände

besteht ein Bedarf nach einer Technologie zum zuverlässigen Isolieren eines Stapels und Vermeiden der Größenzunahme des Stapelgehäuses, mit der die Produktivität an Stapeln nicht herabgesetzt wird.

Ein viertes Problem des Stapels ist der Sicherung von Wasserdichtigkeit, Dichtigkeit gegen Staub bzw. Verschmutzung und Steifigkeit des Stapels zuzuordnen. In einem Stapel sind Zellen gemäß der obenstehenden Beschreibung mittels eines Stapelgehäuses fixiert. Es kommt jedoch oft vor, daß das Stapelgehäuse hinsichtlich der Notwendigkeit der Anbringung einer Anschlußklemme zum Überwachen der Spannung über die Zellen, der Handhabungseigenschaften beim Anbringen der Anschlußklemme, usw. mit einem nicht vollständig abgedichteten Aufbau versehen ist. Wenn ein Stapel mit einem solchen Aufbau in verschiedenen Vorrichtungen wie Fahrzeugen und dergleichen installiert und genutzt wird, besteht infolgedessen eine Möglichkeit, daß Wasser, Staub bzw. Schmutz und dergleichen in Lücken zwischen Zellen eindringen. Darüber hinaus erzeugen derartige Vorrichtungen im Regelfall während des Betriebs Vibrationen. Wenn solche Vibrationen oder auf Vibrationen zurückzuführende Beanspruchungen auf den Stapel einwirken, besteht eine Möglichkeit, daß infolge von in dem Stapel auftretenden Beanspruchungen Lücken zwischen Zellen entstehen. Infolgedessen besteht eine Möglichkeit, daß der Stapel eine Reduzierung der Wirksamkeit der Energieerzeugung infolge einer Zunahme des Innenwiderstands, und eines Ausfalls der Energieerzeugung usw. erfährt.

Zur Lösung dieser Probleme ist es möglich, ein Verfahren anzuwenden, bei dem die Außenumfangsfläche eines Stapelgehäuses vollständig abgedichtet und die Steifigkeit des Stapelgehäuses dermaßen verstärkt wird, daß das Stapelgehäuse durch Vibrationen oder dergleichen nicht verformt wird. Das Hinzufügen des Schrittes zum Abdichten des Außenumfangs des Stapelgehäuses verschlechtert jedoch die Produktivität des Stapels. Um die Steifigkeit des Stapelgehäuses ausreichend zu verstärken, ist es erforderlich, die Plattenstärke bzw. Wandstärke des Stapelgehäuses zu erhöhen. Infolgedessen führt eine Erhöhung der Steifigkeit des Stapels zu einer Gewichtszunahme und einer Größenzunahme des Stapels. Diese Probleme wirken sich insbesondere bei einer Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Mehrzahl von Stapeln stark aus.

Ein fünftes Problem hinsichtlich eines Stapels ist ein Problem, das einem Mechanismus zum Aufbringen einer elastischen Kraft auf die gestapelte Zelle zuzuordnen ist. Wenn ein Stapel durch Stapeln von Zellen gebildet wird, ist es erstrebenswert, Zellen so nahe wie möglich aneinander anzuordnen, um den Innenwiderstand gering zu halten. Darüber hinaus wird während der Energieerzeugung Wärme durch chemische Reaktionen erzeugt, so daß sich die Zellen durch die Wärme ausdehnen. Wenn gestapelte Zellen völlig fixiert sind, besteht somit eine Möglichkeit einer Verformung infolge von thermischen Beanspruchungen und daher eine Möglichkeit, daß nachteilige Auswirkungen wie ein Ausfall der Energieerzeugung, eine Verkürzung der Lebensdauer usw. verursacht werden.

Ein Technologie zur Lösung dieses Problems ist in der japanischen Patentveröffentlichungsschrift Nr. HEI 11-233132 beschrieben. Bei dieser Technologie ist eine Endplatte über eine Tellerfeder an einem Ende der gestapelten Zellen angebracht. Infolge der elastischen Kraft der Tellerfeder wird eine durch eine thermische Volumenausdehnung oder dergleichen hervorgerufene Verformung aufgenommen, und die Zellen in enge Anlage aneinander gezwungen. Eine weitere Technologie zur Lösung des genannten Problems ist in der japanischen Patentveröffentlichungsschrift Nr. HEI 7-335243 beschrieben. Bei dieser Technologie wird

eine Endplatte über ein elastisches Bauteil an einem Ende von gestapelten Zellen angebracht, und ein Freiraum zwischen der Endplatte und dem Ende der gestapelten Zelle als Druckkammer eingesetzt, in die eine Flüssigkeit eingefüllt sein kann. Unter Verwendung der elastischen Kraft des elastischen Bauteils und des Drucks der Flüssigkeit nimmt die Technologie eine Verformung infolge von thermischer Volumenausdehnung oder dergleichen auf und bringt eine Kraft auf, welche die Zellen in enge Anlage miteinander bringt.

Bei diesen Technologien ist die Endplatte jedoch mittels Schrauben fixiert, die sich in der Stapelrichtung durch Zellen hindurch erstrecken. Infolgedessen besteht ein Problem eines Schraubenvolumens, das die Größe des Stapels und insbesondere das Baumaß des Stapels in der Stapelrichtung erhöht. Bei einer Brennstoffzelle ist es erforderlich, viele Zellen zu stapeln, um eine bestimmte Spannung sicherzustellen, so daß das Baumaß des Stapels in der Stapelrichtung unvermeidlich zu einer Zunahme tendiert. Oftmals ist es vorzuziehen, eine Konfiguration einer Brennstoffzelle mit einer außerordentlich starken Größe in einer jeglichen gegebenen Richtung im Hinblick auf Einbauraum dafür in Fahrzeugen und verschiedenen weiteren Vorrichtungen zu vermeiden. Infolgedessen ist es erstrebenswert, die Größe einer Zelle in der Stapelrichtung zu verringern. Eine Größenzunahme aufgrund des oben erwähnten Schraubenvolumens setzt die Effektivität beim Einbau der Stapel in einer Vorrichtung herab.

Eine Größenzunahme in der Stapelrichtung wirkt sich insbesondere bei einer Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Mehrzahl von Stapeln stark aus. Infolgedessen besteht ein Bedarf nach einer Technologie, die in der Lage ist, eine geeignete elastische Kraft auf gestapelte Zellen in einer Stapelrichtung zur Verfügung zu stellen, und die in der Lage ist, die Größe des Stapels und insbesondere seine Größe in der Stapelrichtung zu verringern.

Wie obenstehend erwähnt wurde, weisen die herkömmlichen Brennstoffzellen verschiedene praktische Probleme auf. Aufgrund dieser Probleme besteht das bedeutsame Problem eines Stapels mit großen Abmessungen.

#### ABRISS DER ERFINDUNG

Demzufolge ist es eine Aufgabe der Erfindung, mindestens eines der obenstehend genannten fünf Probleme zu lösen und gleichzeitig eine Größenzunahme eines Stapels zu vermeiden.

Um zumindest eines der oben genannten verschiedenen Probleme zu lösen und gleichzeitig eine Größenverringierung einer Brennstoffzellenvorrichtung zu erzielen, wendet die Erfindung folgende Aufbauten an.

Gemäß einem ersten Lösungsweg der Erfindung weist eine Brennstoffzellenvorrichtung mindestens einen durch Stapeln von Einzelzellen gebildeten Zellenstapel auf, sowie einen Kühlmechanismus, der mindestens einen Zellenstapel durch Hindurchleiten eines Kühlmediums durch den mindestens einen Zellenstapel kühlt. Der Kühlmechanismus weist eine Zuführöffnung für die Zuführung des Kühlmediums zum Zellenstapel und eine Abführöffnung zum Abführen des Kühlmediums vom Zellenstapel auf. Die Zuführöffnung und die Abführöffnung sind elektrisch kurzgeschlossen.

Bei dem ersten Lösungsweg der Erfindung sind die Zuführöffnung und die Abführöffnung kurzgeschlossen, so daß die elektrische Potentialdifferenz im Kühlwasser zwischen der Zuführöffnung und der Abführöffnung beseitigt werden kann. Infolgedessen können nachteilige Auswirkungen wie galvanische Korrosion und dergleichen auf einfache Weise vermieden werden.

Die Mittel zum elektrischen Kurzschließen der Kühlme-

diumpassage, die eine elektrische Potentialdifferenz aufweist, kann durch Verbinden der Zuführöffnung und der Abführöffnung über ein elektrisch leitfähiges Element verwirklicht werden, so daß nachteilige Auswirkungen wie eine Größenzunahme der Brennstoffzellenvorrichtung, eine Zunahme der Herstellungskosten usw. nicht verursacht werden. Darüber hinaus besteht keine Notwendigkeit mehr, einen Isolierkörper für die Zuführöffnung und die Abführöffnung vorzusehen, wodurch eine Größenzunahme der Vorrichtung vermieden werden kann. Des weiteren entfällt auch eine Einschränkung, daß die Zuführöffnung und die Abführöffnung an Stellen ohne eine elektrische Potentialdifferenz vorgesehen werden müssen. Infolgedessen erhöht sich der Freiheitsgrad des Entwurfs, so daß die Größe der Vorrichtung weiter reduziert werden kann.

Die Zuführöffnung und die Abführöffnung sind im Zellenstapel zum Zuführen und Abführen des Kühlmediums vorgesehen. Die Zuführöffnung ist ein Abschnitt, in dem das Kühlmedium dem Zellenstapel zugeführt wird, und weist eine Kühlmediumpassage stromaufwärts von der Zuführöffnung auf. Die Abführöffnung ist ein Abschnitt, in dem Kühlmedium vom Zellenstapel abgeführt wird, und weist eine Kühlmediumpassage stromabwärts von der Abführöffnung auf. Infolgedessen kann die Kurzschlußeinrichtung erfindungsgemäß außerhalb des Zellenstapels vorgesehen werden. Hierdurch wird es ermöglicht, die Kurzschlußeinrichtung nach der Ausbildung des Zellenstapels zu montieren. Somit ermöglicht es dieser Aufbau auf vorteilhafte Weise, daß die Kurzschlußeinrichtung vorgesehen wird, ohne daß die Effektivität bei der Produktion des Zellenstapels herabgesetzt wird. Falls des weiteren ein Problem von der Art eines unterbrochenen Drahtes oder dergleichen auftritt, kann es leicht behoben werden.

Die Kurzschlußeinrichtung kann für einen einzigen Zellenstapel vorgesehen sein. Wenn die Brennstoffzellenvorrichtung jedoch eine Mehrzahl von Zellenstapeln aufweist, kann eine Kühlmediumpassage vorgesehen werden, die mindestens einen Abschnitt des Kühlmediums stromaufwärts von der Zuführöffnung eines jeden Zellenstapels und mindestens einen Abschnitt des Kühlmediums stromabwärts von der Abführöffnung eines jeden Zellenstapels leitet, und die Kurzschlußeinrichtung kann an einer Stelle vorgesehen werden, an der eine der Zellenstapeln gemeinsame Kühlmediumpassage vorgesehen ist.

Bei diesem Aufbau ist die Kurzschlußeinrichtung für eine gemeinsame Kühlmediumpassage vorgesehen, so daß die elektrische Potentialdifferenz im Kühlmedium beseitigt werden kann, ohne daß es erforderlich ist, eine Kurzschlußeinrichtung für jeden Zellenstapel vorzusehen. Infolgedessen können der Vorgang und die Kosten zum Vorsehen der Kurzschlußeinrichtung minimiert werden. In Anbetracht der Tatsache, daß das Kühlmedium nach dem Durchlaufen von Zellenstapeln eine beträchtlich hohe elektrische Potentialdifferenz aufweisen kann, ist der Nutzen der Erfindung insofern sehr hoch, als die elektrische Potentialdifferenz auf einfache Weise beseitigt werden kann.

Als ein Beispiel für die Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Mehrzahl von Zellenstapeln ist ein Aufbau mit einem Zuführ-/Abführelement zu nennen, das die Zuführung und Abführung eines Brennstoffs zwischen den Zellenstapeln und einer externen Vorrichtung bewerkstelligt, indem es die Funktion des Verteilens des dem Zuführ-/Abführelement zugeführten Brennstoffgases auf die Zellenstapel und die Funktion des Sammelns eines Abgases von den Zellenstapeln erfüllt. In diesem Fall ist die erwähnte gemeinsame Kühlmediumpassage innerhalb des Zuführ-/Abführelements ausgebildet, und der erfindungsgemäße Aufbau kann mittels Kurzschließen der Umgebung der Zuführöffnung und der

Umgebung der Abführöffnung zum Zuführen bzw. Abführen des Kühlwassers in bezug auf das Zuführ-/Abführelement verwirklicht werden.

Gemäß einem zweiten Lösungsweg der Erfindung weist eine Brennstoffzellenvorrichtung eine Mehrzahl von Zellenstapeln auf, die durch Stapeln von Einzelzellen ausgebildet sind, und ein Zuführ-/Abführelement, das einen Brennstoff zwischen den Zellenstapeln und einem externen Bauteil zuführt bzw. abführt, indem es die Funktion des Verteilens eines dem Zuführ-/Abführelement zugeführten Brennstoffgases auf die Zellenstapel und eine Funktion des Sammelns eines Abgases von den Zellenstapeln erfüllt. Das Zuführ-/Abführelement weist als innere Aufbauten einen Sammelgaskanal auf, durch den das gesammelte Abgas strömt, und ein Abblaelement, das vom Sammelgaskanal abgezweigt ist und Wassertröpfchen aus der Gaspassage abführt.

Bei dem zweiten Lösungsweg führt der im Zuführ-/Abführelement vorgesehene Abblaßmechanismus auf geeignete Weise Wassertröpfchen aus der Gaspassage ab, so daß Flutung vermieden wird. Da der Abblaßmechanismus darüber hinaus im Zuführ-/Abführelement vorgesehen ist, beseitigt die Vorrichtung die Notwendigkeit, ein Abführventil oder dergleichen außerhalb von dem Zuführ-/Abführelement vorzusehen, und vermeidet daher – anders als die in der japanischen Patentveröffentlichungsschrift Nr. HEI 11-204126 beschriebene Technologie des einschlägigen Standes der Technik – eine Größenzunahme der Vorrichtung. Da der Abblaßmechanismus im Zuführ-/Abführelement vorgesehen ist, ist insbesondere das Vorsehen eines Abblaßmechanismus für jeden Zellenstapel vermieden, so daß die Größe der Vorrichtung verringert werden kann.

Der Abblaßmechanismus kann einen Wasserspeichermechanismus zum zeitweiligen Speichern von Wassertröpfchen und eine Abblaßröhre zum Abführen von Wasser aus dem Wasserspeichermechanismus aufweisen. Die Abblaßröhre kann so aufgebaut sein, daß Wasser durch Schwerkraft abgeführt wird. Die Abblaßröhre kann auch so aufgebaut sein, daß Wasser unter Nutzung des Drucks von durch die Gaspassage strömendem Gas abgeführt wird. Um das Brennstoffgas problemlos und stetig an die Einzelzellen zu liefern, wird das Gas mit einem relativ hohen Druck zugeführt. Obgleich ein Druckverlust in den Einzelzellen stattfindet, besitzt das aus ihnen abgeführte Gas einen Druck, der in ausreichendem Maße über dem Atmosphärendruck liegt, so daß es möglich ist, Wasser unter Nutzung des Abgasdrucks abzuführen, indem ein Wasserspeichermechanismus verwendet wird, in dem der Abgasdruck auf Wasseroberflächen einwirkt. Beispielsweise kann ein Wasserspeichermechanismus an einer Stelle der Gaspassage vorgesehen sein, an welcher der Druck infolge einer Krümmung der Passage örtlich erhöht ist, ein Wasserspeichermechanismus kann zusammen mit einem Zweigkanal vorgesehen sein, der mit der Gaspassage in einem spitzen Winkel zur Strömungsrichtung des Abgases verbunden ist, oder dergleichen. Falls der Druck für Ableitung genutzt wird, vergrößert sich der Freiheitsgrad im Hinblick auf die Anordnung der Abblaßröhre, so daß die Größe der Vorrichtung im Vergleich mit einer Abführung einzig auf der Grundlage von Schwerkraft reduziert werden kann.

Gemäß einem dritten Lösungsweg der Erfindung weist eine Brennstoffzellenvorrichtung eine Mehrzahl von durch Stapeln von Einzelzellen gebildeten Zellenstapeln und ein Halteelement zur Lagesicherung der gestapelten Einzelzellen auf. Das Halteelement besitzt eine Isolierschicht, die auf einer an den Einzelzellen anliegenden Oberfläche des Halteelementes vorgesehen ist.

Bei dem dritten Lösungsweg kann ein Schritt des Einschiebens eines Isolierkörpers zwischen Einzelzellen und ei-

nem Halteelement aus dem Vorgang zur Herstellung eines Zellenstapels weggelassen werden. Dadurch verbessert sich die Produktivität. Da der Vorgang des Stapelns von Einzelzellen ein Präzisionsvorgang ist, der sich stark auf die Leistungsmerkmale des Zellenstapels auswirkt, führt eine Vereinfachung dieses Vorgangs zu einer beträchtlichen Verbesserung der Produktivität. Das Verfahren, bei dem die Isolierschicht einstückig mit dem Halteelement vorgesehen wird, kann beispielsweise eines sein, bei dem der Isolierkörper mittels einer Haftwirkung an einer Oberfläche des Halteelementes angebracht wird, eines, bei dem ein Isoliermaterial auf eine Oberfläche des Halteelementes aufgetragen wird, und dergleichen. Dadurch, daß der Isolierkörper und das Halteelement mittels eines Verfahrens wie oben erwähnt einstückig gebildet werden, wird es ermöglicht, die Dicke der Isolierschicht zu verringern, und es wird des weiteren möglich, Fehlmaße der Dicke im Vergleich mit einem Gehäuse, bei dem die Isolierschicht separat hergestellt wird, einzuschränken.

Wenn die Isolierschicht separat hergestellt wird, ist es darüber hinaus nötig, einen ausreichend großen Freiraum zwischen dem Zellenstapel und dem Halteelement vorzusehen, so daß für den Fall einer Lageänderung des Isolierkörpers das Halteelement nicht in Anlage an den Zellenstapel gerät. Da die Isolierschicht jedoch einstückig mit dem Halteelement gebildet wird, erübrigt sich eine solche Erwägung, und der Freiraum zwischen den Einzelzellen und dem Halteelement kann verringert werden. Aufgrund der obenstehend erwähnten Effekte gestattet die Brennstoffzellenvorrichtung gemäß dem dritten Lösungsweg, bei dem das Halteelement und die Isolierschicht einstückig ausgebildet sind, eine Größenverringern der Vorrichtung.

Gemäß einem vierten Lösungsweg der Erfindung weist eine Brennstoffzellenvorrichtung eine Mehrzahl von durch Stapeln von Einzelzellen gebildeten Zellenstapeln auf, sowie ein Behältnis, das die Mehrzahl von Zellenstapeln insgesamt aufnimmt und einen abgedichteten Aufbau besitzt, der das Eindringen von Fremdstoffen von außen her verhindern kann. Beispiele für solche Fremdstoffe umfassen Staub, Wasser und dergleichen.

Das Vorsehen des Behältnisses beseitigt die Notwendigkeit, jeden Zellenstapel mit einer Einrichtung zum vollständigen Ausschließen von Fremdstoffen zu versehen. Infolgedessen kann der Aufbau des Zellenstapels vereinfacht werden, und die Größe des Zellenstapels kann verringert werden. Darüber hinaus kann die Produktivität verbessert werden, und die Herstellungskosten können verringert werden. Wenn darüber hinaus eine Notwendigkeit besteht, das elektrische Potential der Einzelzellen zu überwachen, ermöglicht es das Vorsehen des Behältnisses, den Zellenstapel unter Umständen aufzubauen, unter denen die Einzelzellen sichtbar sind. Somit ist das Behältnis sehr nützlich.

Die Brennstoffzellenvorrichtung bei dem vierten Lösungsweg der Erfindung weist auch Vorteile hinsichtlich der Erzielung von Steifigkeit auf. Falls eine Brennstoffzellenvorrichtung in einem Fahrzeug oder dergleichen installiert wird, ist die Brennstoffzellenvorrichtung verschiedenen Vibrationen bzw. Erschütterungen und verschiedenen äußeren Kräften ausgesetzt. Für die Durchführung einer stabilen Energieerzeugung ist es erforderlich, eine solche Steifigkeit für die Brennstoffzellenvorrichtung herzustellen, daß die Brennstoffzellenvorrichtung nicht infolge von Vibrationen oder äußeren Kräften eine Verformung erfährt. Die "Verformung" ist hierbei im wesentlichen eine Biege- bzw. Verdrehungsverformung. Die Steifigkeit hinsichtlich dieser Verformungen kann unter Verwendung von Flächenträgheitsmoment und polarem Trägheitsmoment als Indices bewertet werden. Von diesen Faktoren ist bekannt, daß sie in einem

Abschnitt stärker zunehmen, der einen größeren Abstand von der neutralen Achse der Biegeverformung und der Drehachse der Verdrehungsverformung besitzt. Da das Behältnis in dem vierten Lösungsweg die Zellenstapel als Einheit aufnimmt, besitzt das Behältnis offensichtlich ein höheres Flächenträgheitsmoment und ein höheres polares Trägheitsmoment als die Zellenstapel. Infolgedessen ist die Brennstoffzellenvorrichtung bei dem vierten Lösungsweg in der Lage, eine ausreichende Steifigkeit zu bewirken und gleichzeitig Erhöhungen der Plattenstärke der Einzelteile einzuschränken. Wenn das Behältnis eine gute Steifigkeit besitzt, brauchen die Zellenstapel keine so große Steifigkeit zu besitzen, so daß eine Größenverringerung erzielt werden kann. Da darüber hinaus eine Zunahme der Plattenstärke des Behältnisses eingeschränkt werden kann, kann eine Zunahme des Gesamtgewichts der Brennstoffzellenvorrichtung eingeschränkt werden.

Die Brennstoffzellenvorrichtung des vierten Lösungswegs kann des weiteren einen Ablaßmechanismus aufweisen, der mindestens eines von jeweils einem in dem Behältnis vorhandenen Fluid und Gas zur Außenseite des Behältnisses hin abführt, und zwar separat von einem Zuführ-/Ablaßmechanismus, der ein Brennstoffgas, ein Oxidationsgas und Kühlwasser bezüglich der Zellenstapel in dem Behältnis zuführt und abführt.

Da Wasserstoff, das als Brennstoffgas verwendet wird, eine Substanz mit einer sehr geringen Molekülgröße ist, gibt es Fälle, in denen Wasserstoff während des Betriebs aus verschiedenen Anschlußstellen von Einzelzellen aussickert bzw. entweicht. Durch die Reaktionen in der Brennstoffzellenvorrichtung erzeugtes Wasser kann ebenfalls aus den Zellenstapeln heraus lecken. Bei der Brennstoffzellenvorrichtung des vorliegenden Lösungswegs besteht eine Möglichkeit, daß ein gemäß der obenstehenden Beschreibung abgeführtes Fluid oder Gas sich in dem Behältnis ansammelt, da das Behältnis abgedichtet ist. Der Ablaßmechanismus gemäß der obenstehenden Beschreibung ist jedoch in der Lage, das Gas oder die Flüssigkeit auf geeignete Weise aus dem Behältnis abzuführen. Als der Ablaßmechanismus kann ein einfacher Aufbau verwendet werden, bei dem eine Ablaßröhre angeschlossen ist. Um ein Eindringen von Fremdstoffen von außen zu verhindern, ist es jedoch vorzuziehen, ein Ventilgehäuse oder dergleichen in dem Verbindungsabschnitt vorzusehen.

Gemäß einem fünften Lösungsweg der Erfindung weist eine Brennstoffzellenvorrichtung mindestens einen durch Stapeln von Einzelzellen gebildeten Zellenstapel auf, ein elastisches Bauteil, das eine elastische Kraft in einer Stapelrichtung auf die Einzelzellen aufbringt, ein Paar von Endplatten, die an entgegengesetzten Enden des Einzelzellenstapels derart angeordnet sind, daß die Endplatten zu den Einzelzellen im wesentlichen parallel sind, und die eine solche Steifigkeit besitzen, daß die Endplatten bezüglich der elastischen Kraft als starre Platten betrachtet werden können, und ein Zwischenverbindungselement, das die Endplatten untereinander verbindet und an den Endplatten eine Kraft hervorruft, welche die elastische Kraft ausgleicht. Die Endplatten und das Zwischenverbindungselement sind durch ein Befestigungselement befestigt, das in einer zur Stapelrichtung im wesentlichen senkrechten Richtung eingeschoben ist.

Bei dem fünften Lösungsweg ermöglicht es die elastische Kraft vom elastischen Bauteil, thermische Verformungen aufzunehmen und die Einzelzellen in ausreichend enger Anlage aneinander zu halten, wodurch ein stabiler Betrieb verwirklicht wird. Bei dem fünften Lösungsweg verwendet der Mechanismus zum Aufbringen einer elastischen Kraft gemäß der obenstehenden Beschreibung einen Aufbau, bei

dem das Zwischenverbindungselement die Last trägt, die als Reaktion auf die auf die Einzelzellen aufgebrauchte elastische Kraft aufgebracht wird. Das Befestigungselement zum Befestigen des Zwischenverbindungselements und der Endplatten wird in einer zur Stapelrichtung senkrechten Richtung eingeschoben. Falls das Befestigungselement in der Stapelrichtung eingeschoben wird, nimmt die Größe des Zellenstapels in der Stapelrichtung entsprechend zu. Wenn das Befestigungselement hingegen in einer zur Stapelrichtung senkrechten Richtung eingeschoben wird, kann eine solche Größenzunahme vermieden werden.

Der obenstehend beschriebene Aufbau ist insbesondere nützlich in einer Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Mehrzahl von Zellenstapeln, wie im nachfolgenden beschrieben ist. In der Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Mehrzahl von Zellenstapeln ist es vorzuziehen, eine Zuführöffnung und eine Abführöffnung in der Stapelrichtung vorzusehen, um den Einzelzellen ein Brennstoffgas und dergleichen gleichförmig zuzuführen. Insbesondere wenn die Zellenstapel unter Verwendung eines Zuführ-/Abführelements gemäß der obenstehenden Beschreibung verbunden sind, ist jeder Zellenstapel über eine der Endplatten des Stapels mit dem Zuführ-/Abführelement verbunden. Da das Befestigungselement bei dem fünften Lösungsweg in einer zur Stapelrichtung senkrechten Richtung eingeschoben wird, kann eine gegenseitige Beeinflussung des Befestigungselements an einer Anschlußstellenoberfläche des Zuführ-/Abführelements vermieden werden. Darüber hinaus ist es möglich, den Befestigungszustand, der durch das Befestigungselement erzielt wird, selbst nach dem Verbinden des Zuführ-/Abführelements und der Zellenstapel zu überprüfen. Die Leichtigkeit der Instandhaltung ist infolgedessen verbessert.

Wenn die Brennstoffzellenvorrichtung des fünften Lösungsweg der Erfindung eine Mehrzahl von Zellenstapeln aufweist, ist es darüber hinaus erstrebenswert, wenn die Zellenstapel in einer zur Einschubrichtung des Befestigungselements senkrechten Richtung eingeschoben werden. Diese Anordnung vermeidet eine gegenseitige Beeinflussung der Befestigungselemente nebeneinanderliegender Zellenstapel und macht es möglich, eine weitere Größenverringerung der Brennstoffzellenvorrichtung ins Auge zu fassen. Darüber hinaus ist auch die Leichtigkeit der Instandhaltung verbessert. Obgleich der Aufbau gemäß dem fünften Lösungsweg insbesondere nützlich ist, wenn er eine Mehrzahl von Zellenstapeln beinhaltet, kann der Aufbau des fünften Lösungswegs auch wirkungsvoll auf einen einzelnen Zellenstapel angewendet werden.

Obgleich die Brennstoffzellenvorrichtungen gemäß dem ersten bis fünften Lösungsweg der Erfindung obenstehend separat beschrieben wurden, ist es auch möglich, verschiedene Brennstoffzellenvorrichtungen gemäß Kombinationen dieser Aspekte der Erfindung zu konstruieren. In einem solchen Fall kann eine Brennstoffzellenvorrichtung mit einer Kombination der Vorteile der Brennstoffzellenvorrichtungen des ersten bis fünften Lösungswegs verwirklicht werden. Obgleich die obenstehend beschriebenen Brennstoffzellenvorrichtungen der Erfindung vorzugsweise auf eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle angewendet werden, deren Größenverringerung angestrebt wird, ist die Anwendung nicht darauf beschränkt. D. h., die Erfindung ist ebenso auf verschiedene weitere Typen von Brennstoffzellen wie auf Phosphorsäure-Brennstoffzellen, Carbonatschmelze-Brennstoffzellen, Elektrolyt-Brennstoffzellen, alkalische Brennstoffzellen usw. anwendbar.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale und

Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, in der gleiche Bezugszeichen dazu verwendet sind, ähnliche Bauteile zu bezeichnen.

Es zeigt:

**Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines Stapels **10** gemäß einer Ausführungsform, welche seinen Aufbau schematisch veranschaulicht;

**Fig. 2** eine perspektivische Ansicht zur Veranschaulichung eines Aufbaus einer Zelle **100**;

**Fig. 3** eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht, die schematisch einen Aufbau einer Brennstoffzellenvorrichtung **1** veranschaulicht;

**Fig. 4** eine Ansicht zur Veranschaulichung der Zuführung und Abführung von Brennstoffgas, Oxidationsgas und Kühlwasser;

**Fig. 5** eine Schemaansicht eines in einem Kühlsystem vorgesehenen Kurzschlußaufbaus;

**Fig. 6** eine Ansicht zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Vorsehen eines Kurzschlußkabels **210** gemäß einer ersten Modifikation;

**Fig. 7** eine Ansicht zur Veranschaulichung eines Verfahrens zum Vorsehen eines Kurzschlußkabels **210** gemäß einer zweiten Modifikation;

**Fig. 8** einen weiteren Kurzschlußaufbau;

**Fig. 9** einen wieder anderen Kurzschlußaufbau;

**Fig. 10** einen weiteren Kurzschlußaufbau;

**Fig. 11** ein Diagramm zur Veranschaulichung eines in einer Brennstoffgas-Abfuhröffnung **204** vorgesehenen Ablaufmechanismus;

**Fig. 12** einen modifizierten Ablaufmechanismus;

**Fig. 13** einen Aufbau einer Spannplatte;

**Fig. 14A und 14B** einen Aufbau zur Lagesicherung von Zellen;

**Fig. 15** eine Anordnung von Stapeln gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 16A und 16B** einen Zustand, in dem Stapel in einer Einbaurichtung von Schrauben **175** angeordnet sind;

**Fig. 17** eine Modifikation der Spannplatte;

**Fig. 18A und 18B** eine in einem Außengehäuse aufgenommene Brennstoffzellenvorrichtung;

**Fig. 19** eine perspektivische Ansicht eines Außengehäuses gemäß einer ersten Modifikation; und

**Fig. 20** eine perspektivische Ansicht eines Außengehäuses gemäß einer zweiten Modifikation.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGS-FORMEN

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im nachfolgenden unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Die Beschreibung erfolgt in der folgenden Reihenfolge:

- A. Gesamtaufbau
- B. Kurzschlußaufbau im Kühlsystem
- C. Ablaufmechanismus
- D. Spannplatten-Isolationsaufbau
- E. Zellenhaufbau und Stapelanordnung
- F. Außengehäuse

#### A. Gesamtaufbau

**Fig. 1** ist eine perspektivische Schemaansicht zur Veranschaulichung eines Aufbaus eines Stapels **10** gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Der Stapel **10** ist durch

Stapeln einer vorgegebenen Anzahl von Zellen **100**, bei denen es sich um Einzelzellen zum Erzeugen einer elektromotorischen Kraft handelt, als Zellenstapel ausgebildet. Die gestapelten Zellen **100** sind dadurch fixiert, daß sie an Spannplatten **170, 172** befestigt sind, die auf einer Ober- und Unterseite der gestapelten Zellen **100** angeordnet sind. Jede Zelle **100** ist als Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle ausgebildet und erzeugt eine elektromotorische Kraft von mehr als 1 V. In jedem Stapel **10** dieser Ausführungsform sind einhundert Zellen **100** gestapelt, so daß der Stapel etwa 100 V erzeugt. Ein detaillierter Aufbau einer jeden Zelle **100** wird nachstehend beschrieben. Kurz gesagt besitzt jede Zelle **100** einen Aufbau, bei dem eine Kathode, eine Elektrolytmembran und eine Anode in dieser Reihenfolge und zwischen beidseitig davon angeordneten Trennelementen angeordnet sind. In dem Stapel **10** haben zwei benachbarte Zellen **100** jeweils ein Trennelement gemeinsam. Allgemein gesagt hat der Ausdruck "Stack" bzw. "Stapel" auf diesem Fachgebiet zwei Bedeutungen. D. h., er kann sich einfach auf einen Satz von gestapelten Zellen beziehen, aber auch auf einen Aufbau, der gestapelte Zellen und Elemente zur Lagesicherung der Zellen beinhaltet. In der vorliegenden Beschreibung wird der Ausdruck "Stapel **10**" in der letzteren Bedeutung verwendet, d. h. er bezieht sich auf einen Aufbau, der die Zellen **100** und die obere und die untere Spannplatte **170, 172** beinhaltet. Für die erstere Bedeutung wird ein Ausdruck "Stapel bzw. Stack im engeren Sinne" verwendet.

Der Stapel **10** ist durch Stapeln einer Endplatte **12**, einer Isolierkörperplatte **16**, einer Stromabnehmerplatte **18**, der Zellen **100**, einer Stromabnehmerplatte **20**, einer Isolierkörperplatte **22** und einer Endplatte **14** in der genannten Reihenfolge von einem Ende des Stapels **10** her ausgebildet. Die Endplatten **12, 14** sind aus einem Metall wie Kupfer oder dergleichen gebildet, um Steifigkeit zu erzielen. Die Stromabnehmerplatten **18, 20** werden von gasundurchlässigen, elektrisch leitfähigen Elementen wie dicht gepackten Kohlenstoff- bzw. Kohleelementen, Kupferplatten oder dergleichen gebildet. Die Isolierkörperplatten **16, 22** werden durch Isolierelemente wie Gummi- oder Harzelemente oder dergleichen gebildet. Die durch den Stapel **10** erzeugte elektrische Energie wird über Anschlüsse an die Stromabnehmerplatten **18, 20** ausgegeben.

Die Endplatte **14** auf einer Seite weist eine Brennstoffgas-Zufuhröffnung **35**, eine Brennstoffgas-Abfuhröffnung **36**, eine Oxidationsgas-Zufuhröffnung **33**, eine Oxidationsgas-Abfuhröffnung **34**, eine Kühlwasser-Zufuhröffnung **31** und eine Kühlwasser-Abfuhröffnung **32** auf. Das von der Brennstoffgas-Zufuhröffnung **35** her in den Stapel **10** zugeführte Brennstoffgas wird auf alle Zellen **100** verteilt, während es auf die Endplatte **12** hin strömt. In der Darstellung von **Fig. 1** strömt das auf eine Zelle **100** verteilte Brennstoffgas durch Kanäle von einer linken Seite zu einer rechten Seite der Zelle **10**, strömt auf die Endplatte **14** hin, und wird daraufhin aus der Brennstoffgas-Abfuhröffnung **36** abgeführt. Auf ähnliche Weise wird das von der Oxidationsgas-Zufuhröffnung **33** her dem Stapel **10** zugeführte Oxidationsgas auf alle Zellen **100** verteilt, während es auf die Endplatte **12** hin strömt. In der Darstellung von **Fig. 1** strömt das auf eine Zelle **100** verteilte Oxidationsgas durch Kanäle von einer oberen Seite zu einer unteren Seite der Zelle **100** und wird daraufhin aus der Oxidationsgas-Abfuhröffnung **34** abgeführt.

Von der Kühlwasser-Zufuhröffnung **31** zugeführtes Kühlwasser strömt durch Kühltrennelemente, die in vorgegebenen Abständen vorgesehen sind. Nach dem auf diese Weise erfolgten Kühlen der Zellen **100** wird das Kühlwasser aus der Kühlwasser-Abfuhröffnung **32** abgeführt. Somit



sind in den Zellen **100** des Stapels **10** Gaspassagen derart ausgebildet, daß die obenstehend beschriebenen Ströme der Gase und des Kühlwassers verwirklicht werden. Eine Elektrolytmembran **132** (nachfolgend beschrieben) einer jeden Zelle **100** ist an ihren Umfangsbereichen abgedichtet, die mit den Trennelementen **110**, **120** in Berührung stehen. Diese Abdichtung verhindert ein Lecken des Brennstoffgases und des Oxidationsgases aus dem Inneren der Zelle **100** und ihre Vermischung.

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht zur Veranschaulichung des Aufbaus einer Zelle **100**. Die Zelle **100** ist als Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle aufgebaut. Die Zelle **100** besitzt einen Aufbau, bei dem die Elektrolytmembran **132** zwischen einer Anode **134** und einer Kathode **136** liegend angeordnet ist, wobei diese Anordnung des weiteren zwischen Trennelementen **110**, **120** liegend angeordnet ist. Die Kathode **136** liegt auf einer der Anode **134** entgegengesetzten Seite der Elektrolytmembran **132**, d. h. auf einer Seite der Elektrolytmembran **132**, die in Fig. 2 verborgen ist. Die Anode **134** und die Kathode **136** sind Gasdiffusionselektroden. Die Trennelemente **110**, **120** haben Rippen auf ihren der Anode **134** bzw. der Kathode **136** gegenüberliegenden Seiten. Da die Trennelemente **110**, **120** beidseitig von der Anode **134** und der Kathode **136** liegend angeordnet sind, sind Brennstoffgaspassagen **112** zwischen dem Trennelement **110** und der Anode **134** ausgebildet, und Oxidationsgaspassagen **122** sind zwischen dem Trennelement **120** und der Kathode **136** ausgebildet. Jedes Trennelement **110**, **120** hat Rippen auf beiden Seiten. Die Rippen auf einer Seite des Trennelementes **110** begrenzen zusammen mit der Anode **134** die Brennstoffgaspassagen **112**. Die Rippen auf der anderen Seite des Trennelementes **110** begrenzen zusammen mit der Kathode **136** einer benachbarten Zelle **100** die Oxidationsgaspassagen **122**. Somit bilden die Trennelemente **110**, **120** zusammen mit den Gasdiffusionselektroden die Gaspassagen und trennen das in benachbarten Zellen strömende Brennstoffgas und Oxidationsgas voneinander.

Die Elektrolytmembran **132** ist eine protonenleitende Ionenaustauschermembran, die aus einem Polymermaterial, beispielsweise einem Harz auf Fluorbasis, gebildet ist. Die Elektrolytmembran **132** weist im Feuchtzustand eine gute elektrische Leitfähigkeit auf. Beispielsweise kann eine Nafion-Membran (von der Fa. DuPont) als die Elektrolytmembran **132** verwendet werden. Eine Oberfläche der Elektrolytmembran **132** ist mit Platin als Katalysator beschichtet. Bei dieser Ausführungsform ist der Katalysator mittels des folgenden Verfahrens auf die Elektrolytmembran **132** aufgebracht. Mit Platin als dem Katalysator beladenes Kohlepulver wird in einem geeigneten organischen Lösungsmittel dispergiert. Eine geeignete Menge einer Elektrolytlösung (z. B. Nafion Solution von der Fa. Aldrich Chemical) wird dem Lösungsmittel mit dispergierter Kohle zugegeben, wodurch eine Paste gebildet wird. Die Paste wird mittels Siebdruck auf die Elektrolytmembran **132** aufgebracht. Verschiedene weitere Verfahren können ebenfalls zur Bildung der Katalysatorschicht angewendet werden. Beispielsweise ist es möglich mittels Folienbildung eine Folie aus einer Paste zu bilden, die mit dem erwähnten Katalysator beladenes Kohlepulver enthält, und die Folie auf die Elektrolytmembran **132** aufzupressen.

Was den Katalysator betrifft, so ist es auch möglich, eine Legierung aus Platin und einem weiteren Metall zu verwenden. Die Anode **134** und die Kathode **136** sind aus Kohlenstoff-Flächengebilden gebildet, die durch Verweben von Garnen aus Kohlenstofffilamenten hergestellt sind. Die Anode **134** und die Kathode **136** können auch aus einem aus Kohlenstoffasern bzw. -filamenten bestehenden Kohlenstoff- oder Kohlenstoffpapier gebildet sein. Obgleich der Ka-

talysator zwischen den Gasdiffusionselektroden und der Elektrolytmembran **132** vorliegen muß, gibt es keine Einschränkungen dafür, auf welches Bauteil der Katalysator aufgebracht wird. D. h., das Verfahren, bei dem der Katalysator auf die Elektrolytmembran **132** aufgebracht wird, kann durch ein Verfahren ersetzt werden, bei dem der Katalysator auf Seiten der Anode **134** und der Kathode **136** aufgebracht wird, die der Elektrolytmembran **132** gegenüberliegen.

Die Trennelemente **110**, **120** werden jeweils durch ein gasundurchlässiges, elektrisch leitfähiges Element gebildet, beispielsweise ein gepacktes Kohlenstoffelement, das durch Komprimieren eines Kohlenstoffmaterials gasundurchlässig gemacht wurde. Jeder Trennelement **110**, **120** besitzt auf jeder Seite eine Mehrzahl von Rippen, die sich parallel zueinander erstrecken. Die Rippen auf den beiden Seiten eines jeden Separators brauchen nicht parallel zueinander zu sein, sondern können sich mit unterschiedlichen Winkeln erstrecken; beispielsweise können sich die Rippen auf einer Seite in einer Richtung erstrecken, die senkrecht zur Richtung der Rippen auf der anderen Seite ist. Darüber hinaus bestehen keine besonderen Einschränkungen für die Konfiguration der Rippen, solange die Rippen in der Lage sind, die Brennstoffgaspassagen und die Oxidationsgaspassagen zu begrenzen, d. h. die Rippen begrenzen nicht notwendigerweise parallele Vertiefungen.

Jeder Trennelement **110**, **120** weist an zwei Stellen an einem Umfangsabschnitt davon Kühlwasseröffnungen **151**, **152** auf, von denen jede einen kreisförmigen Querschnitt besitzt. Wenn Zellen **100** gestapelt sind, bilden die Kühlwasseröffnungen **151**, **152** Kühlwasserkanäle, die sich in der Stapelrichtung durch den Stapel **10** erstrecken. Das Trennelement **110**, **120** weist des weiteren in der Nähe seiner Seiten Brennstoffgasöffnungen **153**, **154** und Oxidationsgasöffnungen **155**, **156** auf, die entlang ihrer benachbarten Seiten länglich erweitert sind. Wenn der Stapel **10** durch Stapeln der Zellen **100** gebildet ist, bilden die Brennstoffgasöffnungen **153**, **154** und die Oxidationsgasöffnungen **155**, **156** Brennstoffgaskanäle und Oxidationsgaskanäle, die sich in der Stapelrichtung durch den Stapel **10** erstrecken. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist eine Brennstoffgas-Zuführpassage entlang der linken Seite des Stapels **10** in Fig. 2 ausgebildet, und eine Brennstoffgas-Abfuhrpassage ist entlang der rechten Seite ausgebildet. Darüber hinaus ist eine Oxidationsgas-Zuführpassage entlang der Oberseite ausgebildet, und eine Oxidationsgas-Abfuhrpassage ist entlang der Unterseite ausgebildet.

Die Brennstoffgas-Zuführöffnung **35** des Stapels **10** ist mit der Brennstoffgas-Zuführpassage verbunden, und die Brennstoffgas-Abfuhröffnung **36** ist mit der Brennstoffgas-Abfuhrpassage verbunden. Das über die Brennstoffgas-Zuführöffnung **35** zugeführte Brennstoffgas strömt über die Brennstoffgas-Zuführpassage in die Brennstoffgaskanäle **112** einer jeden Zelle **100**. Nach dem Durchlaufen der vorgegebenen Reaktion an der Anode **134** einer jeden Zelle **100** strömt das Brennstoffgas über die Brennstoffgas-Abfuhrpassage zur Brennstoffgas-Abfuhröffnung **36** hin aus. Das Oxidationsgas strömt über einen ähnlichen Weg. Die Oxidationsgas-Zuführöffnung **33** des Stapels **10** ist mit der Oxidationsgas-Zuführpassage verbunden, und die Oxidationsgas-Abfuhröffnung **34** ist mit der Oxidationsgas-Abfuhrpassage verbunden. Das über die Oxidationsgas-Zuführöffnung **33** zugeführte Oxidationsgas strömt über die Oxidationsgas-Zuführpassage in die Oxidationsgaskanäle **122** einer jeden Zelle **100**. Nach dem Durchlaufen der vorgegebenen Reaktion an der Kathode **136** einer jeden Zelle **100** strömt das Oxidationsgas über die Oxidationsgas-Abfuhrpassage zur Oxidationsgas-Abfuhröffnung **34** hin aus.

In dem Stapel **10** sind Kühltrennelemente **140** in einem



Verhältnis von einem Stück pro fünf Zellen **100** vorgesehen. Die Kühlertrennelemente **140** sind dazu vorgesehen, Kühlwasserpassagen zum Kühlen der Zellen **100** zu bilden. Jedes Kühlertrennelement **140** weist Kühlwasservertiefungen **142** auf, die eine Verbindung zwischen den Kühlwasseröffnungen **151**, **152** darstellen und sich in einer serpentinartig hin-und-herlaufenden Form erstrecken. Oberflächen von Trennelementen **110**, **120**, die einen Kühlertrennelement **140** bilden, sind flache Oberflächen ohne Rippen. Die an jedem Kühlertrennelement **140** gebildeten Vertiefungen bilden zusammen mit den benachbarten Trennelemente **110**, **120** Kühlwasserpassagen. Die Trennelemente **110**, **120** und das Kühlertrennelement **140** können aus einem gepackten Kohlenstoffmaterial oder verschiedenen weiteren, elektrisch leitfähigen Materialien gebildet sein. Beispielsweise kann ein Metall wie etwa eine Kupferlegierung, eine Aluminiumlegierung oder dergleichen zum Bilden der Trennelemente verwendet werden, um eine gute Steifigkeit und eine gute Wärmeleitung zu erzielen. Das Stückverhältnis der Kühlertrennelemente **140** kann innerhalb eines zum Kühlen geeigneten Bereichs in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen eingestellt werden, beispielsweise dem Durchsatz bzw. der Strömungsgeschwindigkeit und der Temperatur des Kühlwassers, der in Abhängigkeit von der geforderten Ausgabelistung des Stapels **10** durch die Zellen **100** erzeugten Wärmemenge, usw.

Eine Brennstoffzellenvorrichtung **1** der vorliegenden Ausführungsform ist durch Verbinden von vier obenstehend beschriebenen Stapeln **10** gebildet. **Fig. 3** ist eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht, die schematisch den Aufbau der Brennstoffzellenvorrichtung **1** veranschaulicht. Bei dieser Ausführungsform sind die vier Stapel **10A–10D** mit zwei entgegengesetzten Oberflächen eines rechteckigen, quaderförmigen Zuführ-/Abfuhrkastens **200** verbunden. Der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** ist mit einer Brennstoffversorgung, einer Oxidationsgasversorgung und einer Kühlwasserversorgung verbunden. Der Brennstoff, das Oxidationsgas und das Kühlwasser werden über den Zuführ-/Abfuhrkasten **200** gleichförmig an die Stapel **10A–10D** verteilt, von den Stapeln **10A–10D** in den Zuführ-/Abfuhrkasten **200** gesammelt und daraufhin abgeführt.

**Fig. 4** veranschaulicht, wie das Brennstoffgas, das Oxidationsgas und das Kühlwasser zu- und abgeführt werden. Der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** weist Öffnungen auf, die mit den Brennstoffgas-Zuführöffnungen **35**, den Brennstoffgas-Abfuhröffnungen **36**, den Oxidationsgas-Zuführöffnungen **33**, den Oxidationsgas-Abfuhröffnungen **34**, den Kühlwasser-Zuführöffnungen **31** und den Kühlwasser-Abfuhröffnungen **32** der Stapel **10A–10D** verbunden sind. Die weiteren vier Oberflächen des Zuführ-/Abfuhrkastens **200**, die nicht mit den Stapeln **10A–10D** verbunden sind, weisen Aussparungen für die Verbindung mit der Brennstoffversorgung, der Oxidationsgasversorgung, der Kühlwasserversorgung usw. auf. Auf eine ausführliche Beschreibung des Innenaufbaus des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** wird verzichtet. Über die genannten Öffnungen führt der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** das Brennstoffgas, das Oxidationsgas und das Kühlwasser den Stapeln **10A–10D** zu und führt sie von den Stapeln ab.

Gemäß der Darstellung in **Fig. 4** wird das Kühlwasser über eine Wasserzuführöffnung **201** und eine Wasserabfuhröffnung **202**, die in der oberen Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** ausgebildet sind, zugeführt bzw. abgeführt. Der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** weist interne Kanäle zum Verteilen des von der Wasserzuführöffnung **201** zugeführten Kühlwassers auf die Kühlwasser-Zuführöffnung **31** eines jeden Stapels und Kanäle zum Sammeln des von der Kühlwasser-Abfuhröffnung **32** eines jeden Stapels aus abgeführten Kühlwassers von der Wasserabfuhröffnung **202** auf. Das

von außen her zugeführte Kühlwasser wird den Stapeln über einen durch einen durchgezogen gezeichneten Pfeil in **Fig. 4** angegebenen Weg zugeführt und von den Stapeln über einen gestrichelt angegebenen Weg abgeführt. Obgleich in **Fig. 4** zum Zweck der Vereinfachung der Darstellung nur die Wege des Kühlwassers bezüglich des Stapels **10C** angegeben sind, sind im wesentlichen die gleichen Kühlwasserwege für die Stapel **10A**, **10B**, **10D** vorgesehen.

Das Oxidationsgas wird über eine in der oberen Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** und eine in der unteren Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** ausgebildete Abfuhröffnung gemäß der Darstellung in **Fig. 4** zugeführt bzw. abgeführt. Der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** weist interne Kanäle zum Verteilen des an die Zuführöffnung **203** zugeführten Oxidationsgases auf die Oxidationsgas-Zuführöffnung **33** eines jeden Stapels **10A–10D**, und Kanäle zum Sammeln des von der Oxidationsgas-Abfuhröffnung **34** eines jeden Stapels **10A–10D** abgeführten Oxidationsgases an die Abfuhröffnung auf. Das von außen her zugeführte Oxidationsgas wird über Wege, die in **Fig. 4** durch Pfeile angegeben sind, den Stapeln zugeführt und von den Stapeln abgeführt. Obgleich in **Fig. 4** zum Zweck der Vereinfachung der Darstellung nur die Wege des Oxidationsgases bezüglich der Stapel **10A**, **10D** angegeben sind, sind im wesentlichen die gleichen Oxidationsgaswege für die Stapel **10B**, **10C** vorgesehen.

Gemäß der Darstellung in **Fig. 4** wird das Brennstoffgas über eine in der rückwärtigen Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** ausgebildete Zuführöffnung und eine in der vorderen Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens **200** ausgebildete Abfuhröffnung **204** zugeführt bzw. abgeführt. Der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** weist interne Kanäle zum Verteilen des der Zuführöffnung zugeführten Brennstoffgases auf die Brennstoffgas-Zuführöffnung **35** eines jeden Stapels **10A–10D**, und Kanäle zum Sammeln des von der Brennstoffgas-Abfuhröffnung **36** eines jeden Stapels **10A–10D** abgeführten Brennstoffgas an die Abfuhröffnung **204** auf. Das von außen her zugeführte Brennstoffgas wird über Wege, die durch Pfeile in **Fig. 4** angegeben sind, den Stapeln zugeführt und von den Stapeln abgeführt. Obgleich in **Fig. 4** zum Zweck der Vereinfachung der Darstellung nur die Wege des Brennstoffgases bezüglich der Stapel **10A**, **10D** angegeben sind, sind im wesentlichen die gleichen Brennstoffgaswege für die Stapel **10B**, **10C** vorgesehen.

Die Stapel **10A–10D** sind in Reihe verbunden. Da jeder Stapel eine elektromotorische Kraft von ca. 100 V erzeugt, erzielt die Brennstoffzellenvorrichtung **1** der vorliegenden Ausführungsform mit vier Stapeln eine elektromotorische Kraft von ca. 400 V. Obgleich die vorliegende Ausführungsform einen Aufbau anwendet, bei dem die Stapel über den Zuführ-/Abfuhrkasten **200** verbunden sind, können verschiedene Aufbauten zum Verbinden der Stapel angewendet werden. Die Anzahl von verwendeten Stapeln kann gemäß der erforderlichen Spannung auf jegliche geeignete Anzahl eingestellt werden. Bei der Brennstoffzellenvorrichtung **1** der vorliegenden Ausführungsform sind der Zuführ-/Abfuhrkasten **200** und die vier Stapel **10A–10D** in einem einzigen Außengehäuse aufgenommen. Der Aufbau des Außengehäuses ist im nachfolgenden beschrieben. Bei der vorstehenden Beschreibung wurde ein typischer Aufbau einer Brennstoffzellenvorrichtung beschrieben. In der nachfolgenden Beschreibung werden charakteristische Bauarten der Brennstoffzellenvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform einzeln beschrieben.

#### B. Kurzschlußaufbau des Kühlsystems

**Fig. 5** ist eine Schemadarstellung eines in einem Kühlsy-

stem vorgesehenen Kurzschlußaufbaus. Wie obenstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrieben ist, weist die Brennstoffzellenvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform einen Aufbau auf, bei dem die vier Stapel 10A–10D über den Zuführ-/Abfuhrkasten 200 verbunden sind. Der Zuführ-/Abfuhrkasten 200 weist die Zuführ- und Abfuhröffnungen zum Verteilen the Kühlwasser auf die vier Stapel und Sammeln des Kühlwassers aus ihnen auf. Obgleich bei dem in Fig. 4 gezeigten Aufbau die Wasserzufuhr- und -abfuhröffnung in der oberen Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 ausgebildet sind, zeigt Fig. 5 einen Aufbau, bei dem zum Zweck der Übersichtlichkeit der Darstellung des Diagramms zur Veranschaulichung von Merkmalen des Kurzschlußaufbaus eine Wasserzufuhröffnung 201A und eine Wasserabfuhröffnung 202A in einer Seitenfläche ausgebildet sind.

Die vorliegende Ausführungsform wendet ein Kurzschlußkabel 210 zwischen der Wasserzufuhröffnung 201A und der Wasserabfuhröffnung 202A an, die gemäß der obenstehenden Beschreibung vorgesehen sind. Bei dieser Ausführungsform ist das aus einem elektrisch leitfähigen Draht gebildete Kurzschlußkabel 210 fixiert, indem es um die Wasserzufuhröffnung 201A und um die Wasserabfuhröffnung 202A gewickelt wurde, so daß es die beiden Öffnungen auf verlässliche Weise kurzschließt. Das Kurzschlußkabel 210 kann auf verschiedene Weisen befestigt werden, die es ermöglichen, die Wasserzufuhröffnung 201A und die Wasserabfuhröffnung 202A kurzzuschließen. Beispielsweise kann das Kurzschlußkabel 210 mit jeweils einer Stelle der Wasserzufuhröffnung 201A und der Wasserabfuhröffnung 202A verlötet oder verschraubt werden. Das Kurzschlußkabel 210 ist nicht notwendigerweise durch einen elektrisch leitfähigen Draht gebildet, sondern kann auch durch eine elektrisch leitfähige Platte mit Aussparungen gebildet sein, durch die sich die Wasserzufuhröffnung 201A und die Wasserabfuhröffnung 202A erstrecken. Der Kurzschlußaufbau kann nicht nur derart vorgesehen sein, daß die Wasserzufuhröffnung 201A und die Wasserabfuhröffnung 202A durch ein elektrisch leitfähiges Element verbunden sind, sondern auch anderweitig, beispielsweise derart, daß die beiden Öffnungen in Berührung miteinander angeordnet sind, so daß sie einen Kurzschluß bilden. Darüber hinaus kann ein Kurzschlußaufbau auf einer Oberfläche des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 mittels Ätzen oder dergleichen wie etwa bei einer Vorgehensweise ausgebildet sein, die für eine gedruckte Leiterplatte angewendet wird.

Der Betrieb des Kurzschlußkabels 210 ist nachstehend beschrieben. Wie obenstehend unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben ist, verläuft das den Stapeln zugeführte Kühlwasser zum Kühlen der Zellen durch die Kühltrennelemente. Da jedes Kühltrennelement durch ein elektrisch leitfähiges Element gebildet ist, wird das Kühlwasser während des Kühlens in Abhängigkeit von dem elektrischen Potential der Zellen elektrifiziert. Infolgedessen liegt in einigen Gehäusen eine Potentialdifferenz zwischen dem Kühlwasser in der Wasserzufuhröffnung 201A und dem Kühlwasser in der Wasserabfuhröffnung 202A vor. Fig. 5 zeigt Ströme des Kühlwassers bei der vorliegenden Ausführungsform. Wie in Fig. 5 gezeigt ist, wird das von der Wasserzufuhröffnung 201A zugeführte Kühlwasser auf den Stapel 10A–10D verteilt und daraufhin, nach dem Kühlen der Stapel, von der Wasserabfuhröffnung 202A gesammelt und abgeführt. Da die vier Stapel bei dieser Ausführungsform in Reihe verbunden sind, steigt das elektrische Potential von Stapel 10A bis Stapel 10D in Schritten von 100 V an. Infolgedessen, wie in Fig. 5 gezeigt ist, ist das Kühlwasser, das die Stapel 10A, 10B gekühlt hat, auf ca. 100 V elektrifiziert, und das Kühlwasser, das die Stapel 10C, 10D gekühlt hat, ist

auf ca. 300 V elektrifiziert. Im Ergebnis liegt eine elektrische Potentialdifferenz von ca. 200 V zwischen der Wasserzufuhröffnung 201A und der Wasserabfuhröffnung 202A vor.

Somit ist die vorliegende Ausführungsform in der Lage, die elektrische Potentialdifferenz zwischen der Wasserzufuhröffnung 201A und der Wasserabfuhröffnung 202A zu beseitigen, da die beiden Öffnungen durch das Kurzschlußkabel 210 elektrisch kurzgeschlossen sind. Infolgedessen ist diese Ausführungsform in der Lage, nachteilige Auswirkungen infolge der Potentialdifferenz zwischen der Wasserzufuhröffnung 201A und der Wasserabfuhröffnung 202A, wie etwa galvanische Korrosion und dergleichen, zu vermeiden. Da darüber hinaus die Kurzschlußeinrichtung gemäß der obenstehenden Beschreibung relativ einfach ausgeführt werden kann, führt der Kurzschlußaufbau zu keinen nachteiligen Auswirkungen wie etwa einer Größenzunahme der Brennstoffzellenvorrichtung, einem Anstieg der Herstellungskosten oder dergleichen. Darüber hinaus beseitigt das Vorsehen des Kurzschlußaufbaus die Notwendigkeit, die Zufuhr- und Abfuhröffnung mit Isolierkörpern zu versehen, und vermeidet daher eine Größenzunahme der Vorrichtung, die durch solche Isolierkörper verursacht wird. Des weiteren beseitigt das Vorsehen des Kurzschlußaufbaus eine Einschränkung dahingehend, daß die Zufuhröffnung und die Abfuhröffnung an Stellen vorgesehen sein müssen, zwischen denen keine elektrische Potentialdifferenz vorliegt, und dergleichen. Infolgedessen ist der Freiheitsgrad beim Entwurf erhöht, so daß eine weitere Größenverringern der Vorrichtung ins Auge gefaßt werden kann.

Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Wasserzufuhröffnung 201A und die Wasserabfuhröffnung 202A des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 durch das Kurzschlußkabel 210 untereinander verbunden. Obgleich ein Kurzschlußkabel an jedem Stapel vorgesehen sein kann, führt die Verwendung des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 zu Vorteilen hinsichtlich einer reduzierten Arbeitslast. D. h., bei Verwendung des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 braucht nur ein Kurzschlußkabel vorgesehen zu werden, so daß die Anordnung des Kurzschlußaufbaus vereinfacht wird. Sollte des weiteren ein Problem wie etwa ein Bruch des Drahtes oder dergleichen auftreten, kann es auf einfache Weise behoben werden.

Es folgen Beschreibungen von Modifikationen des Verfahrens zum Verlegen des Kurzschlußkabels 210. Fig. 6 veranschaulicht eine Methode zum Anordnen eines Kurzschlußkabels 210 gemäß einer ersten Modifikation. Fig. 6 zeigt eine Draufsicht auf die Stapel 10A–10D und einen Zuführ-/Abfuhrkasten 200. Wie den Fig. 5 und 6 zu entnehmen ist, unterscheidet sich die erste Modifikation von der Ausführungsform insofern, als eine Wasserzufuhröffnung 201B und eine Wasserabfuhröffnung 202B auf entgegengesetzten Oberflächen des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 vorgesehen sind. Bei dieser Modifikation kann ein Kurzschlußkabel 210 über den Zuführ-/Abfuhrkasten 200 hinweg verlegt werden, so daß die Wasserzufuhröffnung 201B und die Wasserabfuhröffnung 202B kurzgeschlossen sind.

Obgleich es bei dieser Modifikation einfach ist, das Kurzschlußkabel 210 außerhalb des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 zu verlegen, kann das Kurzschlußkabel 210 auch über den Innenraum des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 hinweg verlegt werden.

Fig. 7 veranschaulicht ein Verfahren zum Verlegen eines Kurzschlußkabels 210 gemäß einer zweiten Modifikation. Obgleich in der Ausführungsform das Kurzschlußkabel 210 am Zuführ-/Abfuhrkasten 200 fixiert ist, ist bei dieser Modifikation ein Kurzschlußkabel 210 an jedem Stapel fixiert. Wie aus Fig. 5 hervorgeht, tritt nicht in jedem Stapel eine elektrische Potentialdifferenz im Kühlwasser auf, da das

Kühlwasser bei dem Aufbau gemäß der Ausführungsform in jedem Stapel an Abschnitten mit gleichem Potential zugeführt und abgeführt wird. Jedoch bei einem Aufbau wie dem in Fig. 7 gezeigten, wo eine Wasserzuführöffnung 201C und eine Wasserabführöffnung 202C jeweils an entgegengesetzten Enden eines jeden Stapels vorgesehen sind, tritt eine elektrische Potentialdifferenz im Kühlwasser in jedem Stapel auf. Die zweite Modifikation ist auf den in Fig. 7 gezeigten Aufbau anwendbar. Gemäß der zweiten Modifikation ist ein Kurzschlußkabel 210 über jeden Stapel hinweg verlegt, um die Wasserzuführöffnung 201C und die Wasserabführöffnung 202C miteinander zu verbinden.

Fig. 8 veranschaulicht einen Kurzschlußaufbau gemäß einer dritten Modifikation.

Die dritte Modifikation weist vier in Reihe verbundene Brennstoffzellenstapel 10A, 10B, 10C, 10D und einen Zuführ-/Abführkasten 200 zum Zuführen von Brennstoff zu den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D und Zuführen eines Kühlmediums (z. B. Wasser oder dergleichen) in Kühlmediumkanäle auf, die in den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D ausgebildet sind, wie bei dem Brennstoffzellenaufbau, der in Fig. 5 gezeigt ist. In jedem der Brennstoffzellenstapel 10A, 10B, 10C, 10D ist eine Mehrzahl von Zellen, d. h. Einzelzellen, in Reihe geschaltet. Bei Versorgung mit Brennstoff erzeugt jeder Brennstoffzellenstapel Leistung mit einer elektromotorischen Kraft von ca. 100 Volt. Die Brennstoffzellenstapel 10A, 10B, 10C, 10D sind in dieser Reihenfolge in Reihe geschaltet. Der Brennstoffzellenstapel 10A ist mit einer Bezugselektrode 13 mit einem elektrischen Potential von Null Volt versehen. Der Brennstoffzellenstapel 10D ist mit einer Ausgangselektrode 19 versehen, die eine elektrische Potentialdifferenz von ca. 400 Volt bezüglich der Bezugselektrode 13 erzeugt.

Ein Kühlaufbau weist eine Zuführröhre 40 auf, die mit einer im Zuführ-/Abführkasten 200 einer Brennstoffzellenvorrichtung 1 ausgebildeten Kühlmedium-Zuführöffnung 201A verbunden ist, und eine Abführröhre 42, die mit einer im Zuführ-/Abführkasten 200 ausgebildeten Kühlmedium-Abführöffnung 202A verbunden ist.

Die Zuführröhre 40 weist ein Maschenelement 41 auf, das in der Nähe der Zuführöffnung 201A angeordnet ist, so daß es mit dem in die Zuführöffnung 201A strömenden Kühlmedium in Berührung steht. Das Maschenelement 41 ist aus einem elektrisch leitfähigen Material (z. B. rostfreiem Stahl oder dergleichen) gefertigt. In der Abführröhre 42 ist ein Maschenelement 44, bei dem es sich im wesentlichen um das gleiche wie das Maschenelement 41 handelt, in der Nähe der Abführöffnung 202A angeordnet, so daß es mit dem aus der Abführöffnung 202A strömenden Kühlmedium in Berührung steht. Das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44 sind durch eine elektrisch leitfähige Leitung 46 elektrisch miteinander verbunden. Die elektrisch leitfähige Leitung 46 ist über eine elektrisch leitfähige Leitung 48 mit der Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verbunden. Die elektrisch leitfähige Leitung 46 ist über eine elektrisch leitfähige Leitung 49 geerdet. Infolgedessen sind das Maschenelement 41, das Maschenelement 44 und die Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 kurzgeschlossen und geerdet.

Es folgt nun eine Beschreibung eines elektrischen Zustands des Kühlmediums bei dem obenstehend beschriebenen Kühlaufbau. Da der elektrische Zustand des Kühlmediums von dem elektrischen Zustand der Brennstoffzellenvorrichtung 1 stark beeinflusst wird, wird der elektrische Zustand des Kühlmediums in Verbindung mit dem elektrischen Zustand der Brennstoffzellenvorrichtung 1 und insbesondere dessen elektrischer Zustand in Beziehung zum Kühlmedium beschrieben. Fig. 9 ist ein Schemadiagramm, das

beispielhaft darstellt, wie das in den Zuführ-/Abführkasten 200 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 zugeführte Kühlmedium den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D zugeführt wird. Fig. 10 ist ein Schemadiagramm, das beispielhaft darstellt, wie das von den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D der Brennstoffzellenvorrichtung 1 in den Zuführ-/Abführkasten 200 abgeführte Kühlmedium vom Zuführ-/Abführkasten 200 abgeführt wird.

Nach dem Einströmen über die Zuführöffnung 201A in den Zuführ-/Abführkasten 200 wird das Kühlmedium gemäß der Darstellung von Fig. 9 über eine im Zuführ-/Abführkasten 200 ausgebildete Verteilerröhre 24 auf die Brennstoffzellenstapel 10A, 10B, 10C, 10D verteilt. Obgleich dies hier nicht gezeigt ist, weisen die Brennstoffzellenstapel 10A, 10B, 10C, 10D Kühlmediumkanäle auf, die sich in einer Stapelrichtung erstrecken, in der Zellen in Reihe gestapelt sind. Die Kühlmediumkanäle des Stapels sind nicht mit einer Isolierbeschichtung versehen. Infolgedessen steht das Kühlmedium in der Umgebung der Zuführöffnung 201A des Zuführ-/Abführkastens 200 mit einer Zelle in Berührung, deren elektrisches Potential ca. 100 V bezüglich des elektrischen Potentials der Bezugselektrode 13 beträgt. Das von den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D abgeführte Kühlmedium wird über eine im Zuführ-/Abführkasten 200 ausgebildete Abführöffnung 202A abgeführt. Infolgedessen steht das Kühlmedium in der Umgebung der Abführöffnung 202A des Zuführ-/Abführkastens 200 mit einer Zelle in Berührung, deren elektrisches Potential ca. 300 V bezüglich des elektrischen Potentials der Bezugselektrode 13 beträgt.

Infolgedessen weist das Kühlmedium im Zuführ-/Abführkasten 200 ein elektrisches Potential von ca. 100 V in der Nähe der Zuführöffnung 201A auf, und weist ein elektrisches Potential von ca. 300 V in der Nähe der Abführöffnung 202A auf, obgleich dies von der elektrischen Leitfähigkeit des Kühlmediums abhängt. Das in der Zuführöffnung 40 angeordnete Maschenelement 41 und das in der Abführöffnung 42 angeordnete Maschenelement 44 sind jedoch mittels der elektrisch leitfähigen Leitung 46 kurzgeschlossen, und die elektrisch leitfähige Leitung 46 ist mit der Bezugselektrode 13 über die elektrisch leitfähige Leitung 48 verbunden und über die elektrisch leitfähige Leitung 49 geerdet. Infolgedessen weist das Kühlmedium ein elektrisches Potential von Null Volt an dem Maschenelement 41 und dem Maschenelement 44 auf. D. h., obgleich das Kühlmedium einen elektrischen Potentialgradienten zwischen der Zuführöffnung 201A und der Abführöffnung 202A im Zuführ-/Abführkasten 200 aufweisen kann, weist das Kühlmedium außerhalb des Zuführ-/Abführkastens 200 keine elektrische Potentialdifferenz auf, sondern ein elektrisches Potential, das gleich dem elektrischen Potential der geerdeten Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 ist. Infolgedessen ist es möglich, Probleme infolge einer zwischen dem Kühlmedium in der Zuführöffnung 40 und dem Kühlmedium in der Abführöffnung 42 auftretenden elektrischen Potentialdifferenz, z. B. Korrosion von Mechanismen oder Geräten des Kühlaufbaus usw. zu verhindern.

Der obenstehend beschriebene Kühlaufbau 5 ist in der Lage, eine Korrosion von mit dem Kühlaufbau 5 der Ausführungsform verbundenen Geräten oder Vorrichtungen, die auf eine elektrische Potentialdifferenz im Kühlmedium zurückgeht, zu vermeiden, da das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44, die mit dem Kühlmedium in Berührung stehen, durch die elektrisch leitfähige Leitung 46 kurzgeschlossen sind, und das Kühlmedium infolgedessen keine elektrische Potentialdifferenz aufweist. Da darüber hinaus das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44 mit der Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1

verbunden sind, die geerdet ist, besteht keine Gefahr, daß ein elektrisches Potential über das Kühlmedium austritt. Da sich die Kühlmediumkanäle darüber hinaus in der Stapelrichtung in den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D erstrecken, kann der Kühlaufbau der Brennstoffzellenvorrichtung 1 vereinfacht werden, und die Größe der Brennstoffzellenvorrichtung 1 kann verringert werden. Da des weiteren keine Isolierbeschichtung für die Kühlmediumkanäle vorgesehen ist, können die Kosten auf ein niedriges Niveau beschränkt werden.

Bei der Brennstoffzellenvorrichtung 1 der dritten Modifikation sind das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44 kurzgeschlossen und mit der Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verbunden, und sind geerdet. Wenn hingegen nur beabsichtigt ist, eine Korrosion von mit dem Kühlaufbau verbundenen Vorrichtungen oder Geräten zu verhindern, ist der Kurzschluß zwischen dem Maschenelement 41 und dem Maschenelement 44 ausreichend. Es ist des weiteren möglich, einen Aufbau zu verwenden, bei dem das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44 kurzgeschlossen und mit der Bezugselektrode 13 der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verbunden sind, oder einen Aufbau, bei dem das Maschenelement 41 und das Maschenelement 44 kurzgeschlossen und geerdet sind.

Bei der Brennstoffzellenvorrichtung 1 der dritten Modifikation ist das Maschenelement 41 in der Zuführröhre 40 angeordnet, und das Maschenelement 44 ist in der Abbläströhre 42 angeordnet. Die Elemente 41, 44 brauchen jedoch keinen Maschenaufbau zu haben und können jegliche Konfiguration aufweisen, solange die Elemente 41, 44 aus einem elektrisch leitfähigen Material gefertigt sind und mit dem Kühlmedium in Berührung stehen.

Obgleich bei der Brennstoffzellenvorrichtung 1 der dritten Modifikation die Kühlmediumkanäle in den Brennstoffzellenstapeln 10A, 10B, 10C, 10D nicht mit einer Isolierbeschichtung versehen sind, können die Kühlmediumkanäle mit Isolierbeschichtungen versehen sein.

Obgleich bei der Brennstoffzellenvorrichtung 1 der dritten Modifikation das Kühlmedium an einer Position einströmt, wo das elektrische Potential ca. 100 V beträgt, und an einer Position ausströmt, an der das elektrische Potential ca. 300 V beträgt, können die Eintrittöffnung und die Austrittöffnung jegliches elektrische Potential aufweisen. Die Brennstoffzellenvorrichtung 1 ist nicht auf eine in Reihe verbundene Brennstoffzellenvorrichtung beschränkt, die Leistung mit einer elektromotorischen Kraft von ca. 400 V erzeugt. Die elektromotorische Kraft der Brennstoffzellenvorrichtung kann jeglichen Wert haben.

Während verschiedene Bauarten der Kurzschlußeinrichtung obenstehend beschrieben wurden, ist die Kurzschlußeinrichtung nicht durch die vorausgegangene Ausführungsform oder Modifikationen davon beschränkt, sondern kann auch auf verschiedene anderer Weisen vorgesehen sein in Abhängigkeit von der Stelle, an der ein elektrisches Potential vorliegt.

### C. Abblastrmechanismus

Fig. 11 ist ein Diagramm, das einen in der Brennstoffgas-Abführöffnung 204 vorgesehenen Abblastrmechanismus in einer aufgeschnittenen Ansicht veranschaulicht, in welcher der Zuführ-/Abfuhrkasten 200 der Ausführungsform in einer Ebene aufgeschnitten ist, welche die Brennstoffgas-Abführöffnung 204 beinhaltet. Um eine unübersichtliche Darstellung zu vermeiden, zeigt der aufgeschnittene Abschnitt nur die Abführöffnung 204 und ihre Umgebung. Gemäß der obenstehenden Beschreibung wird das von den Stapeln 10A–10D abgeführte Brennstoffgas im Zuführ-/Abfuhrka-

sten 200 gesammelt und aus der Abführöffnung 204 abgeführt. Fig. 11 zeigt einen Kanal, durch den das aus den Stapeln 10A–10D gesammelte Gas strömt.

Wie in Fig. 11 gezeigt ist, zweigt die Gaspassage in der Nähe der Abführöffnung 204 ab, und ein Abfuhranschluß 205 ist vorgesehen. Ein Kanal, der sich vom Zweigpunkt zum Abfuhranschluß 205 erstreckt, braucht nur derart ausgebildet zu sein, daß er das Strömen von Wasser gestattet, und kann auf geeignete Weise an einer solchen Position vorgesehen sein, daß eine gegenseitige Störung mit weiteren, im Zuführ-/Abfuhrkasten 200 gebildeten Kanälen vermieden wird. Obgleich Fig. 11 einen L-förmig gebogenen Kanal zeigt, kann der Kanal auch gekrümmt sein. Bei dieser Ausführungsform dient ein gebogener Abschnitt des L-förmigen Kanals als Wasserspeicherabschnitt zum zeitweiligen Speichern von Wassertropfchen, wie im nachfolgenden beschrieben ist. Der Abblastrkanal ist in der Nähe der Abführöffnung 204 vorgesehen. Der Abblastrkanal ist in einer solchen Position vorgesehen, daß ein örtlich erhöhter statischer Druck AP an einem Mündungsabschnitt der Abführöffnung 204 mit einer weiteren Röhre auf Oberflächen von Wassertropfchen einwirkt, die im Wasserspeicherabschnitt gespeichert sind.

Der Betrieb des Abblastrmechanismus ist nachstehend beschrieben. Da eine Brennstoffzelle Leistung auf der Grundlage der oben angegebenen Gleichungen (1) und (2) erzeugt, wird Wasser als Ergebnis der Energieerzeugung hergestellt. Da die vorliegende Ausführungsform darüber hinaus Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen verwendet, ist es erforderlich, die Elektrolytmembran einer jeden Zelle auf geeignete Weise zu befeuchten, um Leistung zu erzeugen. Als Ergebnis trägt das Brennstoffgas, das eine Zelle durchlaufen hat, eine gewisse Menge an Wassertropfchen. Da das Brennstoffgas mit einem relativ hohen Druck zu jeder Zelle in der Brennstoffzellenvorrichtung zugeführt wird, werden die Tropfchen infolge des Gasdrucks zur Abführöffnung 204 gefördert. Die auf diese Weise erzeugten Tropfchen müssen an einer Stelle in der Brennstoffgaspassage abgeführt werden. Falls Wassertropfchen in der Gaspassage verbleiben, besteht eine Möglichkeit, daß Tropfchen sich auf einer Innenfläche der Gaspassage ablagern und die Zuführung und Abführung des Brennstoffgases behindern. Der Abblastrmechanismus der vorliegenden Ausführungsform führt im Gas enthaltene Wassertropfchen nach außen hin ab.

In die Nähe der Brennstoffgas-Abführöffnung 204 beförderte Wassertropfchen treten in den abblastranschlußseitigen Kanal ein. Der gebogene Abschnitt des L-förmigen, abblastranschlußseitigen Kanals dient als Wasserspeicherabschnitt 206 zum zeitweiligen Speichern von Wassertropfchen. Es ist erstrebenswert, daß der abblastranschlußseitige Kanal unterhalb der Gaspassage vorgesehen ist, so daß Wassertropfchen infolge der Schwerkraft wirksam in den abblastranschlußseitigen Kanal eintreten. Die auf diese Weise gespeicherten Wassertropfchen werden daraufhin aus dem Abfuhranschluß 205 abgeführt.

Der obenstehend beschriebene Abblastrmechanismus kann an einer jeglichen Stelle in dem Kanal zum Abführen des Brennstoffgases vorgesehen sein. Beispielsweise kann der Abblastrmechanismus außerhalb der Brennstoffzellenvorrichtung vorgesehen sein. Es ist jedoch ein bedeutsames Merkmal der vorliegenden Ausführungsform, daß der Abblastrmechanismus an einer Stelle im Zuführ-/Abfuhrkasten 200 stromabwärts von einer Stelle zum Sammeln des Gases von den Stapeln 10A–10D vorgesehen ist. Die Wahl einer solchen Stelle ermöglicht es einem einzigen Abblastrmechanismus, Wassertropfchen wirkungsvoll abzuführen. Da darüber hinaus das Vorsehen nur eines einzigen Abblastrmechanismus ausreichend ist, kann der Aufbau der Vorrichtung verein-

facht werden, und seine Größe verringert werden. Da darüber hinaus der Ablaßmechanismus innerhalb des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 vorgesehen ist, ist es nicht mehr nötig, ein Abfuhrventil oder dergleichen außerhalb des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 vorzusehen, und es wird möglich, die Größe der Vorrichtung noch weiter zu reduzieren.

Der Ablaßmechanismus der vorliegenden Ausführungsform wendet den Druck des Brennstoffgases wie auch die Schwerkraft an und erlangt dadurch einen Vorteil, indem er Wassertropfen wirkungsvoll abführt. Gemäß der obenstehenden Beschreibung ist der Wasserspeicherabschnitt 206 bei der vorliegenden Ausführungsform innerhalb des Ablaßkanals vorgesehen, und der Ablaßkanal ist derart entworfen, daß der Gasdruck AP auf Oberflächen von Wassertropfen einwirkt, die im Wasserspeicherabschnitt 206 gespeichert sind. Da das Brennstoffgas mit hohem Druck an jeden Stapel zugeführt wird, hat das abgeführte Brennstoffgas in der Regel einen Druck, der über dem Atmosphärendruck liegt. Indem man es also dem Gasdruck gestattet, auf Oberflächen von im Wasserspeicherabschnitt 206 gespeicherten Wassertropfen einzuwirken, wird es möglich, Wasser aktiv und effektiv abzuführen. Da die Ableitung auch unter Anwendung des Gasdrucks durchgeführt wird, können der Durchmesser des Abfuhranschlusses 205 und die Größe der Vorrichtung verringert werden.

Obgleich die vorliegende Ausführungsform einen Aufbau anwendet, bei dem ein Zweigkanal in der Nähe der Gasabfuhröffnung 204 vorgesehen ist, um es dem statischen Druck AP zu ermöglichen, daß er für eine wirksame Ableitung auf den Wasserspeicherabschnitt 206 einwirkt, können die Position und die Form des Zweigkanals auf verschiedene Weisen verwirklicht werden, die es dem Gasdruck gestatten, auf den Wasserspeicherabschnitt 206 einzuwirken. Beispielsweise kann der Zweigkanal an einer Stelle in einem gekrümmten Abschnitt der Gaspassage vorgesehen sein, an dem der Druck örtlich hoch wird. Darüber hinaus kann der Zweigkanal in einem spitzen Winkel bezüglich der Strömungsrichtung des abgeführten Gases mit der Gaspassage zusammengeführt sein, so daß der dynamische Druck des Gases auf den Zweigkanal einwirkt. Es ist natürlich nicht von wesentlicher Wichtigkeit, einen Aufbau zu verwenden, der einen Gasdruck anwendet, d. h. es ist möglich, einen Ablaßaufbau zu verwenden, der nur die Schwerkraft nutzt.

Die Verwendung eines Gasdrucks für die Ableitung erzielt auch den Vorteil, daß der Freiheitsgrad bezüglich der Position des Abfuhranschlusses erhöht wird. Ein Abfuhranschluß, der diesen Vorteil ausnutzt, ist als Modifikation beschrieben. Fig. 12 veranschaulicht einen Ablaßmechanismus als Modifikation. Diese Modifikation unterscheidet sich von der Ausführungsform insofern, als der Abfuhranschluß oberhalb der Abfuhröffnung 204 vorgesehen ist. Wie in Fig. 12 gezeigt ist, zweigt ein Kanal, der sich zu einem Abfuhranschluß 205A erstreckt, vom Gasabfuhrkanal an einer Verzweigungsstelle ab, die ähnlich derjenigen in der Ausführungsform ist. Der Verzweigungsabschnitt ist wie in der Ausführungsform unterhalb des Gasabfuhrkanals vorgesehen. Der Verzweigungsabschnitt bildet einen Wasserspeicherabschnitt 206A. In der Modifikation erstreckt sich ein Ablaßkanal 207, der in den Wasserspeicherabschnitt 206A mündet, in den Abfuhranschluß 205A. Wenn der Druck AP des abgeführten Gases, der über dem Atmosphärendruck liegt, auf Oberflächen von Wasser im Wasserspeicherabschnitt 206A einwirkt, wird Wasser über den Ablaßkanal 207 aus dem Abfuhranschluß 205A abgeführt. Somit ermöglicht es das Vorsehen des Wasserspeicherabschnitts 206A an einer solchen Stelle, daß der Abschnitt den Gasdruck empfängt, den Abfuhranschluß 205A an einer beliebigen Stelle vorzusehen. Infolgedessen erhöht sich der Frei-

heitsgrad bezüglich der Position des Abfuhranschlusses 205A, so daß eine Größenverringern der Vorrichtung insgesamt ins Auge gefaßt werden kann. Wie bei der Ausführungsform kann der Wasserspeicherabschnitt 206A in der Modifikation auf verschiedene Weisen vorgesehen werden, die es dem Gasdruck gestatten, auf den Wasserspeicherabschnitt einzuwirken.

Obgleich Fig. 11 und 12 den Auslaßmechanismus hinsichtlich des Brennstoffgas-Abfuhrabschnitts veranschaulichen, ist es auch erforderlich, eine Ableitung hinsichtlich des Oxidationsgases durchzuführen. Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Oxidationsgaspassage mit einem Ablaßmechanismus vorgesehen, der ähnlich dem Ablaßmechanismus für die Brennstoffgaspassage ist. Ein Mechanismus der Modifikation (Fig. 12) kann auf den Oxidationsgaspasagen-Ablaßmechanismus angewendet werden.

#### D. Spannplatten-Isolationsaufbau

Fig. 13 veranschaulicht einen Aufbau einer Spannplatte. Von den in Fig. 1 gezeigten Spannplatten ist nur die auf der unteren Oberfläche des Stapels 10n im engeren Sinne vorgesehene Spannplatte 172 in Fig. 13 gezeigt. Die auf der oberen Oberfläche des Stapels vorgesehene Spannplatte 170 besitzt den gleichen Aufbau wie die Spannplatte 172 und ist daher weder in der Zeichnung gezeigt noch nachfolgend beschrieben.

Die Spannplatte 172 weist eine elektrische Isolierschicht 174 auf einer Oberfläche auf, die an dem durch Stapelzellen gebildeten Stapel im engeren Sinne anliegt. Bei dieser Ausführungsform ist die Isolierschicht 174 gebildet durch Anbringen einer Silikongummifolie auf der Spannplatte 172 mittels einer Haftwirkung. Das Material der Isolierschicht 174 ist nicht auf eine Silikongummifolie beschränkt, sondern kann auch verschiedene weitere Materialien sein, die eine elektrische Isolierung erzielen. Falls ein Silikongummi verwendet wird, wird zusätzlich zu elektrischer Isolierung ein Vorteil der Isolierung des Stapels 10n im engeren Sinne gegen Vibrationen bzw. Erschütterungen erzielt. Falls keine Notwendigkeit besteht, einen Isolierkörper zwischen dem Stapel 10n im engeren Sinne und der Spannplatte 172 vorzusehen, beispielsweise falls die Spannplatte 172 aus einem elektrisch isolierenden Material gefertigt ist, ist es außerdem möglich, die Isolierschicht 174 als Vibrationsschutzschicht nur zu dem Zweck vorzusehen, Vibrationen bzw. Erschütterungen zu unterdrücken. Die Anbringung der Isolierschicht 174 an der Spannplatte 172 kann anstelle von Verklebung mittels Beschichtung oder dergleichen durchgeführt werden. Somit werden in Abhängigkeit von dem beabsichtigten Effekt der Isolierschicht 174 d. h. elektrische Isolierung und/oder Unterdrückung von Vibrationen, verschiedene Materialien und Ausbildungsverfahren für diese Schicht verwendet.

Die Verwendung der Spannplatte 172 in dieser Ausführungsform erzielt einen Vorteil, daß das Verfahren zur Herstellung eines Stapels 10 vereinfacht wird. Beispielsweise wenn eine Isolierschicht 174 separat vorgesehen wird, ist es nötig, einen Schritt des Einsetzens eines Isolierkörpers zwischen einem Stapel 10n im engeren Sinne und einer Spannplatte einzufügen. Wenn jedoch die Spannplatte 172 der vorliegenden Ausführungsform verwendet wird, kann auf diesen Schritt verzichtet werden. Da das Verfahren zur Bildung eines Stapels 10 durch Stapeln von Zellen ein Präzisionsverfahren ist, das die Leistungsfähigkeit der Brennstoffzellenvorrichtung stark beeinflußt, führt eine Vereinfachung dieses Verfahrens zu einer beträchtliche Verbesserung der Produktivität.

Darüber hinaus ermöglicht die einstückige Ausbildung

der Isolierschicht 174 mit der Spannplatte 172 auf vorteilhafte Weise eine Größenverringerung des Stapels 10 aus den nachfolgend angegebenen Gründen. Zuerst einmal, wenn ein Isolierkörper als separates Bauteil hergestellt wird, tendiert der Isolierkörper dazu, eine verstärkte Dicke aufzuweisen, damit die Form des Bauteils beibehalten wird. Da die Isolierschicht 174 jedoch bei der vorliegenden Ausführungsform einstückig mit der Spannplatte 172 ausgebildet ist, ermöglicht es die Ausführungsform, die Dicke der Isolierschicht 174 zu reduzieren, und ermöglicht es auch, Fehlmaße der Dickenabmessung einzuschränken. Zweitens, wenn ein Isolierkörper separat hergestellt wird, ist es nötig, einen ausreichend großen Zwischenraum zwischen dem Stapel 10n im engeren Sinne und der Spannplatte 172 vorzusehen, so daß Spannplatte 172 im Falle einer Lageverschiebung des Isolierkörpers nicht in Anlage an den Stapel 10n im engeren Sinne gerät. Da die Isolierschicht 174 bei der vorliegenden Ausführungsform jedoch einstückig mit der Spannplatte 172 ausgebildet ist, beseitigt die Ausführungsform die Erfordernis für eine solche Erwägung und gestattet die Verringerung eines Freiraumes dazwischen.

Infolge dieser Vorteile ermöglicht es die Verwendung der obenstehend in Verbindung mit der Ausführungsform beschriebenen Spannplatte 172, die Größe des Stapels 10, d. h. die Größe der gesamten Brennstoffzellenvorrichtung, zu verringern.

Obgleich die vorstehende Beschreibung in Zusammenhang mit dem Aufbau (s. Fig. 1) erfolgte, bei dem die Spannplatten 170, 172 oberhalb und unterhalb des Stapels 10 angeordnet sind, ist die einstückige Ausbildung einer Isolierschicht mit einer Spannplatte auf verschiedene Aufbauten anwendbar, beispielsweise einen Aufbau, bei dem Stapel 10 vollständig in einem kastenförmigen Gehäuse aufgenommen sind, einen Aufbau, bei dem vier Seitenflächen eines jeden Stapels 10 mittels Platten fixiert sind, usw.

#### E. Zellenhalteaufbau und Stapelanordnung

Fig. 14A und 14B stellen einen Aufbau zur Lagesicherung von Zellen dar. Gemäß der obenstehenden Beschreibung ist jeder Stapel 10 fixiert, indem er durch die Spannplatten 170, 172 von oben und unten her eingespannt ist. Das Verfahren zur Lagesicherung ist nachfolgend im Detail beschrieben.

Fig. 14A ist eine perspektivische Ansicht des Stapels 10 bei Betrachtung von einer Seite der Endplatte 12 her. Wie in Fig. 14A gezeigt ist, sind die Endplatten 12, 14 des Stapels 10 an der Spannplatte 170 durch acht Schrauben 175 befestigt, die in einer Vertikalrichtung in der Zeichnung eingesetzt sind. Obgleich dies in der perspektivischen Ansicht von Fig. 14A nicht gezeigt ist, ist auch die Spannplatte 172 mittels acht in der Vertikalrichtung eingesetzter Schrauben befestigt. Die Endplatte 12 weist um ihre Mitte einen Vorsprung 12A auf.

Fig. 14B ist eine Schnittansicht entlang der Linie 14B-14B in Fig. 14A. Gemäß der obenstehenden Beschreibung ist der Stapel 10 mittels Stapeln einer Vielzahl von Zellen 100 ausgebildet. Die gestapelten Zellen 100 sind fixiert, indem der Stapel von seinen entgegengesetzten Enden her zwischen den Endplatten 12, 14 liegend angeordnet ist. Eine Tellerfeder 220 ist zwischen einem Ende der gestapelten Zellen 100 und der Endplatte 12 angeordnet. Ein mittiger Abschnitt der Endplatte 12 ist untertassenförmig verformt, um eine Lageveränderung der Tellerfeder 220 zu verhindern. Der Vorsprung 12A ist die äußere Erscheinung der untertassenförmigen Vertiefung. Die Tellerfeder 220 ist so angeordnet, daß sie eine elastische Kraft EF auf die Zellen 100 in einer solchen Richtung aufbringt, daß die Zellen 100 in

enge Anlage miteinander gebracht werden.

Als Reaktion auf die durch die Tellerfeder 220 auf die Zellen 100 aufgebrachte elastische Kraft wirken die Gegenkräfte F1, F2 auf die Endplatten 12, 14. Bei der vorliegenden Ausführungsform bringen die an der oberen bzw. unteren Seite des Stapels 10 fixierten Spannplatten 170, 172 elastische Kräfte TF1, TF2 auf die Endplatten 12, 14 auf, welche die Gegenkräfte F1, F2 ausgleichen und halten somit den gesamten Aufbau. Ein Material und eine Plattenstärke der Endplatten 12, 14 sind derart gewählt, daß die Endplatten 12, 14 eine ausreichende Steifigkeit gegen die erwähnten elastischen Kräfte aufrechterhalten.

Die Vorteile des obenstehend beschriebenen Aufbaus sind wie folgt. Da die Zellen 100 durch die elastische Kraft EF vom Tellerfeder 220 eng in Anlage miteinander gehalten werden, kann der den Lücken zwischen Zellen und dergleichen zuzurechnende Innenwiderstand verringert werden. Obgleich die Zellen 100 sich infolge von Wärme während der Energieerzeugung verformen, nimmt die Tellerfeder 220 eine solche Verformung auf und hält die Zellen 100 in enger Anlage. Infolgedessen ist die Brennstoffzellenvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform in der Lage, konstant eine stabile Energieerzeugung durchzuführen. Die elastische Kraft und die Größe der Tellerfeder 220 können auf geeignete Weise gewählt werden, so daß die genannten Vorteile vollständig erzielt werden.

Da darüber hinaus die Spannplatten 170, 172 und die Endplatten 12, 14 durch die in Fig. 14A in der Vertikalrichtung eingesetzten Schrauben befestigt sind, d. h. eine senkrecht zur Stapelrichtung der Zellen 100 verlaufende Richtung, kann die Größe der Vorrichtung gemäß der nachfolgenden Beschreibung vorteilhaft reduziert werden. Als erstes, da die Schrauben in der genannten Richtung eingesetzt sind, kann ein Vorstehen eines Schraubenkopfes in der Stapelrichtung vermieden werden, und die Größe des Stapels 10 in der Stapelrichtung kann auf entsprechende Weise reduziert werden. Da eine Mehrzahl von Zellen gestapelt sind, um eine Spannung zur Verfügung zu stellen, weist der Stapel 10 im Regelfall ein vergrößertes Baumaß in der Stapelrichtung auf. Wenn die Brennstoffzellenvorrichtung in einem Gerät wie einem Fahrzeug oder dergleichen installiert ist, unterliegt sie oftmals strengen Anforderungen bezüglich des Baumaßes in der Stapelrichtung. Infolgedessen ist die erwähnte Größenverringerung in der Stapelrichtung von Bedeutung.

Darüber hinaus ist die Brennstoffzellenvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform durch Verbinden der vier Stapel 10A-10D mit dem Zuführ-/Abfuhrkasten 200 gemäß der Darstellung von Fig. 1 aufgebaut. Wenn in jedem Stapel die Schrauben zur Lagesicherung der Zellen in der Stapelrichtung vorstehen, dann stören die Schrauben den Zuführ-/Abfuhrkasten 200, wodurch es erforderlich wird, einen Aufbau zur Verfügung zu stellen, der die Störung vermeidet. Im Ergebnis kann die Größe der Brennstoffzellenvorrichtung insgesamt zunehmen, und der Aufbau des Zuführ-/Abfuhrkastens 200 kompliziert werden. Die Stapel 10A-10D in der vorliegenden Ausführungsform können jedoch ohne Störung durch die Schrauben mit dem Zuführ-/Abfuhrkasten 200 verbunden werden. Somit kann der Aufbau vereinfacht werden, und seine Größe kann verringert werden.

Die genannten Vorteile werden dadurch erzielt, daß die Schrauben in einer zur Stapelrichtung senkrechten Richtung eingesetzt werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine weitere Größenverringerung der Vorrichtung durch den Entwurf der Anordnung der Mehrzahl von Stapeln ins Auge gefaßt. Fig. 15 veranschaulicht eine Anordnung von Stapeln bei dieser Ausführungsform. Die Brennstoffzellenvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform



ist durch Verbinden der vier Stapel 10A–10D mit dem Zuführ-/Abfuhrkasten 200 aufgebaut. Eine Anordnung der Stapel 10A, 10D ist in Fig. 15 gezeigt. Die Stapel 106, 10C sind in einer Anordnung ähnlich der Anordnung der Stapel 10A, 10D positioniert.

Wie in Fig. 15 gezeigt ist, sind die beiden benachbarten Stapel 10A, 10D bei dieser Ausführungsform in einer Richtung senkrecht zur Einbaurichtung der Schrauben 175 angeordnet. Infolge dieser Anordnung wird es ermöglicht, die Stapel 10A, 10D auf kompakte Weise anzuordnen, und zwar ohne eine Störung durch die Schrauben 175. Infolgedessen kann eine Größenverringerung der Brennstoffzellenvorrichtung insgesamt erzielt werden. Fig. 16A und 16B veranschaulichen einen Zustand, in dem die Stapel in der Einbaurichtung der Schrauben 175 angeordnet sind. Fig. 16A ist eine perspektivische Ansicht, in welcher der Stapel 10D auf dem Stapel 10A angeordnet ist. Fig. 16B ist eine Seitenansicht der in Fig. 16A gezeigten Anordnung. Wenn Stapel in einer vertikalen Anordnung angeordnet sind, stören die Schrauben 175 des Stapels 10A, 10D einander in den Bereichen B1, B2 zwischen den Stapeln 10A, 10D, wie in Fig. 16B gezeigt ist. Infolgedessen können der Stapel 10A und der Stapel 10D nicht in enger Anlage angeordnet werden, was in einer Größenzunahme resultiert. Wenn die Stapel 10A, 10D hingegen in einer zur Einbaurichtung der Schrauben 175, angeordnet sind, kann die Lücke zwischen ihnen verkleinert werden.

Die Anordnung des Stapels 10A, 10D ist nicht auf eine Anordnung wie die in Fig. 15 gezeigte beschränkt, bei der die Zellenstapelrichtung des Stapels 10A parallel zur Zellenstapelrichtung des Stapels 10D ist, sondern kann jegliche Anordnung sein, solange eine Störung zwischen den Schrauben 175 der beiden Stapel vermieden ist. Beispielsweise können die Stapel 10A, 10D seitlich nebeneinander in der Zellenstapelrichtung angeordnet sein.

Obgleich bei der vorliegenden Ausführungsform die Spannplatte 170 durch eine rechteckige Platte gebildet ist, ist die Formgebung der Spannplatte 170 nicht auf ein Rechteck beschränkt. Fig. 17 veranschaulicht eine Modifikation der Spannplatte. Eine Spannplatte 170A gemäß der Modifikation weist eine H-Form auf, d. h. entgegengesetzte Endabschnitte der Spannplatte 170A, die mit Endplatten verbunden werden sollen, weisen eine größere Breite auf, und ein Mittelabschnitt weist eine geringere Breite auf. Die Spannplatte 170A mit dieser Formgebung ist in der Lage, elastische Kräfte TF1, TF2 aufzubringen. Infolgedessen kann die Spannplatte 170A als Bauteil eines Stapels verwendet werden. Wenn die Zellen 100 thermisch verformt werden, ist die Verformung der Spannplatte, welche durch die über die Endplatten auf sie aufgetragenen Zugbeanspruchungen F1, F2 verursacht wird, größer in der Modifikation als in der Ausführungsform. D. h., zusätzlich zur Tellerfeder nimmt die Spannplatte 170A in der Modifikation eine thermische Verformung der Zellen 100 auf. Infolgedessen kann eine überschüssige oder ungenügende elastische Kraft der Tellerfeder durch die Spannplatte 170A ausgeglichen werden. Als Ergebnis ist der Auswahlbereich für eine Tellerfeder erweitert, und die Herstellungskosten für die Brennstoffzellenvorrichtung können verringert werden. Die Spannplatte 170 ist nicht auf die obenstehend beispielhaft genannten Konfigurationen beschränkt. Spannplatten mit verschiedenen Plattenstärken und Formgebungen können in Abhängigkeit von Anforderungen an elastische Kräfte verwendet werden.

In der Ausführungsform und der Modifikation sind die Endplatten, welche die Zellen auf zwei Seiten über die Tellerfedern erfassen, von den auf der oberen und unteren Seitenfläche der Zellen angeordneten Spannplatten getragen. Ein erstes Merkmal der Ausführungsform ist es, daß die

Spannplatten-Befestigungsschrauben in einer zur Zellenstapelrichtung senkrechten Richtung eingesetzt sind. Solange die Schrauben in der genannten Richtung eingesetzt sind, ist es möglich, verschiedene Bauarten anzuwenden, beispielsweise einen Aufbau, bei dem Spannplatten in der Richtung von rechts nach links vorgesehen sind, einen Aufbau, bei dem Spannplatten auf vier Seitenflächen von gestapelten Zellen vorgesehen sind, d. h. der oberen, unteren, rechten und linken Seitenfläche, usw. Wenn eine ausreichende Steifigkeit zwischen den Endplatten und den Spannplatten eingestellt werden kann, können darüber hinaus die gestapelten Zellen an nur einer einzigen Spannplatte fixiert werden, die auf einer der oberen, unteren, rechten und linken Seitenfläche von gestapelten Zellen vorgesehen ist. Obgleich in der Ausführungsform und in der Modifikation die Spannplatten unter Verwendung von Schrauben befestigt sind, sind die Befestigungselemente darüber hinaus nicht auf Schrauben beschränkt. Des weiteren ist das Bauelement zum Aufbringen einer elastischen Kraft nicht auf eine Tellerfeder beschränkt, sondern kann aus verschiedenen weiteren Federn, Gummifolien bzw. Gummimatten usw. bestehen.

#### F. Außengehäuse

Wie in Verbindung mit dem Gesamtaufbau beschrieben ist, ist die Brennstoffzellenvorrichtung 1 der vorliegenden Ausführungsform in einem Außengehäuse aufgenommen. Fig. 18A und 18B veranschaulichen eine in einem Außengehäuse aufgenommene Brennstoffzellenvorrichtung. Fig. 18A ist eine perspektivische Ansicht der in dem Außengehäuse aufgenommenen Brennstoffzellenvorrichtung 1, wobei die Brennstoffzellenvorrichtung 1 gestrichelt angedeutet ist. Wie in Fig. 18A gezeigt ist, ist das Außengehäuse durch einen Körper 2 und einen Deckel 3 gebildet. Ein Ablassschlauch 5 ist mit dem Körper 2 verbunden. Ein Abgasschlauch 4 ist mit dem Deckel 3 verbunden. Obgleich Röhren zum Zuführen des Brennstoffgases, des Oxidationsgases und des Kühlwassers zur Brennstoffzellenvorrichtung 1 bzw. ihrer Abführung davon an das Außengehäuse angeschlossen sind, wurden diese Röhren in der Zeichnung weggelassen, um eine unübersichtliche Darstellung zu vermeiden.

Fig. 18B ist eine Schnittansicht entlang der Ebene 18B–18B in der perspektivischen Ansicht von Fig. 18A. In Fig. 18B entsprechen schraffierte Abschnitte der Brennstoffzellenvorrichtung 1. Der Körper 2 und der Deckel 3 des Außengehäuses sind an ihren Anschlußoberflächen durch eine Dichtung 6 abgedichtet. Bei dieser Ausführungsform ist das Außengehäuse dichtend versiegelt, um das Eindringen von Fremdstoffen wie Wasser, Staub bzw. Schmutz usw. in die Brennstoffzellenvorrichtung 1 zu verhindern. Obgleich in der Ausführungsform die Dichtung 6 aus einem Silikon-gummi besteht, können verschiedene Materialien und Verfahren zum Versiegeln des Außengehäuses verwendet werden, solange sie mit dem beabsichtigten Zweck in Einklang stehen. Beispielsweise können der Körper 2 und der Deckel 3 verschweißt sein, oder der Körper 2 und der Deckel 3 können beispielsweise durch Stauchen, Verstemmen oder ein ähnliches Verfahren befestigt sein.

Der Ablassschlauch 5 ist ein Schlauch zum Ableiten von Wasser, das sich aus irgendeinem Grund im Außengehäuse angesammelt hat. Der Ablassschlauch 5 ist mittels eines Halteelements an einer im unteren Abschnitt des Körpers 2 ausgebildeten Öffnung befestigt. Der Abgasschlauch 4 ist ein Schlauch zum Ableiten von verschiedenen Gasen, die sich im Außengehäuse angesammelt haben. Der Abgasschlauch 4 ist mittels eines Halteelements an einer im oberen Abschnitt des Deckels 3 ausgebildeten Öffnung befestigt. Der

Ablaßschlauch 5 und der Abgasschlauch 4 sind so aufgebaut, daß sie das Eindringen von Fremdstoffen wie Wasser, Staub usw. unterdrücken. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind diese Schläuche mit einer ausreichenden Länge vorgesehen und auf geeignete Weise gebogen, damit sie solche Effekte erzielen. Um ein Eindringen von Fremdstoffen des weiteren verlässlich zu verhindern, kann ein Ventilkörper an einem Anbringungsabschnitt eines jeden Schlauches vorgesehen sein. Der Ablaßschlauch 5 und der Abgasschlauch 4 sind nicht von entscheidender Wichtigkeit für das Außengehäuse. Falls die Schläuche nicht direkt vonnöten sind, wenn beispielsweise die Wahrscheinlichkeit der Erzeugung von Wasser oder verschiedener Gase von der Brennstoffzellenvorrichtung im Außengehäuse gering ist, ist es möglich, auf mindestens einen der Schläuche zu verzichten.

Das Außengehäuse erzielt die folgenden Vorteile. Als erstes wird das Eindringen von Fremdstoffen verhindert, wenn die Brennstoffzellenvorrichtung 1 im Außengehäuse aufgenommen ist. Infolgedessen kann ein verminderter Wirkungsgrad der Energieerzeugung infolge des Eindringens eines Fremdstoffes zwischen Zellen vermieden werden. Darüber hinaus erfordert die eigentliche Brennstoffzellenvorrichtung 1 bei Verwendung des Außengehäuses keinen Schutz gegen das Eindringen von Fremdstoffen, beispielsweise eine vollständige Beschichtung der Außenflächen. Infolgedessen kann der Aufbau insgesamt vereinfacht werden, und die Größe der Zellen eines Zellenstapels kann verringert werden. Darüber hinaus kann die Produktivität der Brennstoffzellenvorrichtung verbessert werden, und die Herstellungskosten können verringert werden.

Das Außengehäuse erzielt des weiteren den Vorteil, daß es die Steifigkeit sichert, ohne zu einer Gewichtszunahme noch zu einer Größenzunahme der Brennstoffzellenvorrichtung zu führen. In Fig. 18B geben die Achsen Ax, Ay neutrale Achsen bezüglich einer Biegeverformung in der Vertikalrichtung und der Recht-Links-Richtung an. Um eine Brennstoffzellenvorrichtung 1 aufzubauen und gleichzeitig eine ausreichende Steifigkeit zu gewährleisten, ist es erstrebenswert, ein Flächenträgheitsmoment bezüglich der neutralen Achsen Ax, Ay genügend zu verstärken. Hierbei ist anzumerken, daß die eigentliche Brennstoffzellenvorrichtung im allgemeinen geringe Abmessungen von den neutralen Achsen Ax, Ay zu ihren Außenflächen aufweist, weshalb die Flächenträgheitsmomente in der Brennstoffzellenvorrichtung geringer als im Außengehäuse sind. Wenn das Außengehäuse nicht verwendet wird, wird es infolgedessen erforderlich, die Plattenstärken der Brennstoffzellenvorrichtung 1 und insbesondere die Plattenstärke der Spannplatten zu erhöhen, um eine ausreichende Biegesteifigkeit zu gewährleisten. Das Außengehäuse hingegen stellt ein hohes zur Verfügung, da die Abstände von den neutralen Achsen Ax, Ay zu den Außenflächen des Außengehäuses ausreichend groß sind. Infolgedessen kann selbst eine vergleichsweise geringe eine ausreichende Biegesteifigkeit zur Verfügung stellen. Wenn das Außengehäuse eine ausreichende Biegesteifigkeit aufweist, empfängt die Brennstoffzellenvorrichtung 1 im wesentlichen keine Biegebeanspruchung, so daß die Plattenstärken der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verringert werden können.

Die auf die Brennstoffzellenvorrichtung 1 aufgebrachten Beanspruchungen umfassen neben der genannten Biegebeanspruchung eine Drehbeanspruchung. Um eine ausreichende Steifigkeit für die Drehbeanspruchung zur Verfügung zu stellen, ist es erstrebenswert, das polare Trägheitsmoment bezüglich einer Verdrehungsmittelachse, d. h. des Schnittpunkts der neutralen Achsen Ax, Ay in Fig. 18B zu erhöhen. Das polare Trägheitsmoment erhöht sich mit zu-

nehmender Entfernung von der Mittelachse zur Außenfläche. Infolgedessen wird bei Verwendung des Außengehäuses ein größeres polares Trägheitsmoment erzielt, als wenn kein Außengehäuse verwendet wird. Infolgedessen kann das Außengehäuse auch mit einer vergleichsweise geringen Plattenstärke eine ausreichende Verdrehsteifigkeit erzielen. Falls das Außengehäuse eine ausreichende Verdrehsteifigkeit aufweist, empfängt die Brennstoffzellenvorrichtung 1 im wesentlichen keine Verdrehbeanspruchung, so daß die Plattenstärken der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verringert werden können.

Infolge dieser Effekte erzielt die Verwendung des Außengehäuses problemlos eine ausreichende Steifigkeit, so daß die Plattenstärken der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verringert werden können. Infolgedessen können Gewicht und Größe der Brennstoffzellenvorrichtung 1 verringert werden. Bei Verwendung des Außengehäuses wird das Gesamtvolumen der Vorrichtung größer als dasjenige der Brennstoffzellenvorrichtung ohne das Außengehäuse. Bei einem typischen Aufbau ist es jedoch nötig, einen vorgegebenen Freiraum um die Brennstoffzellenvorrichtung 1 für die Röhrenelemente zum Zuführen und Abführen des Brennstoffgases, des Oxidationsgases und des Kühlwassers vorzusehen. Infolgedessen kann durch Anordnen der Röhrenelemente im Inneren des Außengehäuses der Nachteil einer Zunahme des Gesamtvolumens der Vorrichtung beseitigt oder minimiert werden.

Das Außengehäuse ist nicht auf die in Fig. 18A und 18B gezeigte Konfiguration beschränkt, sondern kann auch mit verschiedenen weiteren Konfigurationen ausgeführt werden. Fig. 19 ist eine perspektivische Ansicht einer ersten Modifikation des Außengehäuses. Bei der Ausführungsform ist die Brennstoffzellenvorrichtung 1 im wesentlichen vollständig innerhalb des Körpers 2 aufgenommen, und der Deckel 3 darauf angeordnet. Bei der Modifikation besitzt ein Körper 2A eine vergleichsweise verringerte Größe, und ein Deckel 3A weist vergleichsweise eine Größenzunahme auf. Beispielsweise sei angenommen, daß eine Brennstoffzellenvorrichtung zusammen mit einer Anordnung von Röhrenelementen für das Brennstoffgas, das Oxidationsgas, das Kühlwasser usw. in einem Außengehäuse aufgenommen werden soll. Gemäß der Modifikation liegt ein großer Abschnitt der Brennstoffzellenvorrichtung frei, wenn die Vorrichtung im Körper 2A aufgenommen ist, jedoch der Deckel 3A noch nicht angeordnet ist. Infolgedessen können die Röhrenelemente einfach und verlässlich angeschlossen werden. Hinsichtlich der Abmessungen des Körpers und des Deckels ist es nicht nötig, daß einer von Körper und Deckel größer als der andere ist, wie bei der Ausführungsform und der ersten Modifikation, d. h. der Körper und der Deckel können im wesentlichen die gleiche Größe aufweisen.

Fig. 20 ist eine perspektivische Ansicht eines Außengehäuses gemäß einer zweiten Modifikation. Bei der Ausführungsform und der ersten Modifikation ist das Außengehäuse durch die beiden Bauteile gebildet, d. h. den Körper und den Deckel; anders ausgedrückt, das Außengehäuse ist durch Zusammenfügen des oberen und unteren Teilelementes aufgebaut. Das Außengehäuse ist nicht auf einen solchen Aufbau beschränkt, sondern kann beispielsweise auch einen Aufbau aufweisen, bei dem ein rechtes und ein linkes Teilelement zusammengefügt werden. Dieser Aufbau entspricht der zweiten Modifikation. Das Außengehäuse ist nicht auf die obenstehend beschriebenen Bauarten beschränkt, sondern kann jeglichen anderen Aufbau aufweisen, solange der Aufbau das Eindringen von Fremdstoffen wie etwa Wasser, Staub usw. in die im Außengehäuse aufgenommene Brennstoffzellenvorrichtung verhindert und geeignet ist, Steifigkeit zur Verfügung zu stellen.

Das Außengehäuse kann natürlich nur für den Zweck entworfen sein, das Eindringen von Fremdstoffen zu verhindern, falls die Installationsbedingungen der Brennstoffzellenvorrichtung keine solche Steifigkeit erfordern. Unter solchen Umständen kann ein relativ kleines Außengehäuse verwendet werden. Da darüber hinaus keine hohe Steifigkeit erforderlich ist, kann das Außengehäuse aus Harz gefertigt sein.

Die obenstehend beschriebene Brennstoffzellenvorrichtung gemäß der Ausführungsform erzielt verschiedene Vorteile. Als erstes ist die Vorrichtung infolge des Kurzschlußaufbaus des Kühlsystems in der Lage, nachteilige Auswirkungen infolge einer elektrischen Potentialdifferenz im Kühlwasser im wesentlichen zu beseitigen. Zweitens vermeidet die Vorrichtung infolge des Ablaßmechanismus einen Ausfall der Energieerzeugung und einen instabilen Betrieb, die einer im allgemeinen als Flutung bezeichneten Erscheinung zuzuschreiben sind. Drittens ist es infolge des Spannplatten-Isolationsaufbaus möglich, den Wirkungsgrad bei der Herstellung der Brennstoffzellenvorrichtung zu verbessern. Viertens ist es infolge von Zellenhalteaufbau und Stapelanordnung möglich, eine geeignete elastische Kraft auf die Zellen aufzubringen und ein Ausfall der Zellenstapelung zu vermeiden. Fünftens ist es infolge der Verwendung des Außengehäuses möglich, ein Eindringen von Fremdstoffen in die Brennstoffzellenvorrichtung zu verhindern. Darüber hinaus erzielt die Brennstoffzellenvorrichtung infolge von Bauarten, welche den Zweck haben, die Größe der Vorrichtung zu verringern, die obenstehend erwähnten Vorteile. Infolgedessen verbessert die Ausführungsform die praktische Anwendbarkeit der Brennstoffzellenvorrichtung für eine Installation in verschiedenen Geräten beträchtlich.

Obgleich bei der obenstehenden Ausführungsform alle fünf obenstehend beschriebenen Merkmale, nämlich der Kurzschlußaufbau des Kühlsystems, der Ablaßmechanismus, der Spannplatten-Isolationsaufbau, Zellenhalteaufbau und Stapelanordnung, und das Außengehäuse vorgesehen sind, ist es des weiteren möglich, jedes der Merkmale separat anzuwenden. D. h., in Abhängigkeit von den Problemen, die von der Brennstoffzellenvorrichtung zu lösen sind, können geeignete Merkmale selektiv angewendet werden. Während die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme darauf beschrieben wurde, was gegenwärtig als bevorzugte Ausführungsformen betrachtet wird, ist zu verstehen, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die offengelegten Ausführungsformen oder Bauarten beschränkt ist. Stattdessen ist beabsichtigt, daß die vorliegende Erfindung verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdeckt.

Eine Brennstoffzellenvorrichtung ist durch die Verbindung von vier Stacks bzw. Stapeln über einen Zuführ-/Abfuhrkasten (200) ausgebildet. Eine Kühlwasser-Zuführöffnung (31) und eine Kühlwasser-Abfuhröffnung (32) sind durch ein Kabel kurzgeschlossen, wodurch die elektrische Potentialdifferenz zwischen ihnen beseitigt wird. Um eine Behinderung von Gasströmen infolge von Wassertropfen zu vermeiden, ist ein Abfuhranschluß (205, 207) zum Abführen von Wassertropfen in der Nähe einer Brennstoffgas-Abfuhröffnung (204) des Zuführ-/Abfuhrkastens (200) vorgesehen. Jeder Stapel (10A, 10D) ist durch Einspannen von Endplatten (12, 14) gebildet, die an entgegengesetzten Enden von gestapelten Zellen durch die Verwendung von oberen und unteren Spannplatten (170, 172) angeordnet sind. Die Spannplatten (170, 172) und die Endplatten (12, 14) sind durch Schrauben (175) festgelegt, die in einer Vertikalrichtung eingesetzt sind, wodurch eine Störung mit benachbarten Stapeln (10A, 10D) und mit dem Zuführ-/Abfuhrkasten (200) vermieden wird. Jede Spannplatte (170,

172) weist ein Isolierkörperelement (174) auf, das einstückig auf einer Oberfläche der Spannplatte (170, 172) vorgesehen ist, die an Zellen anliegt. Die auf diese Weise ausgebildete Brennstoffzellenvorrichtung ist in einem Außengehäuse (2, 3) aufgenommen, das zum Verhindern des Eindringens von Fremdstoffen einen abgedichteten Aufbau aufweist. Somit erzielt die Vorrichtung eine Größenverringern und einer Verbesserung der praktischen Anwendbarkeit.

#### Patentansprüche

1. Brennstoffzellenvorrichtung mit mindestens einem durch Stapeln von Einzelzellen (100) gebildeten Zellenstapel (10), **dadurch gekennzeichnet**, daß sie aufweist:  
einen Kühlmechanismus (31, 32, 151, 152), der so angeschlossen und konfiguriert ist, daß er ein Kühlmedium durch den mindestens einen Zellenstapel (10) leitet, wobei der Kühlmechanismus (31, 32, 151, 152) eine Zuführöffnung (31) für die Zuführung des Kühlmediums zum Zellenstapel (10) und eine Abfuhröffnung (32) zum Abführen des Kühlmediums vom Zellenstapel (10) aufweist; und  
eine Kurzschlußeinrichtung (210, 41, 44, 46), die so angebracht ist, daß sie die Zuführöffnung (31) und die Abfuhröffnung (32) elektrisch kurzschließt.
2. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der mindestens eine Zellenstapel (10) mindestens zwei Zellenstapel aufweist, daß er des weiteren einen Kühlmediumdurchlaß (200, 201, 202) aufweist, der so angeordnet ist, daß er mindestens einen Anteil des Kühlmediums stromaufwärts von der Zuführöffnung (31) eines jeden Zellenstapels und mindestens einen Anteil des Kühlmediums stromabwärts von der Abfuhröffnung (32) eines jeden Zellenstapels leitet, daß die Kurzschlußeinrichtung (201, 41, 44, 46) an einer Stelle des Kühlmediumdurchlasses (200, 201, 202) vorgesehen ist, der durch die Zelle geteilt ist.
3. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurzschlußeinrichtung (41, 44, 46) elektrisch geerdet ist.
4. Brennstoffzellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurzschlußeinrichtung (41, 44, 46) mit einer Bezugselektrode der Brennstoffzellenvorrichtung elektrisch verbunden ist.
5. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bezugselektrode der Brennstoffzellenvorrichtung, die mit der Kurzschlußeinrichtung (41, 44, 46) elektrisch verbunden ist, ein elektrisches Potential von Null Volt besitzt.
6. Brennstoffzellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kurzschlußeinrichtung aufweist:  
ein erstes Element (41), das aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet ist, wobei das erste Element (41) so an der Zuführöffnung (40) angeordnet ist, daß es in Kontakt mit dem Kühlmedium steht;  
ein zweites Element (44), das aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet ist, wobei das zweite Element (44) so an der Abfuhröffnung (42) angeordnet ist, daß es in Kontakt mit dem Kühlmedium steht; und  
Elementverbindungsmittel (46) zur elektrischen Verbindung des ersten Elements (41) und des zweiten Elements (44).

7. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Element (41) und das zweite Element (44) maschenartig sind.
8. Brennstoffzellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurzschlußeinrichtung (41, 44, 46) mit einer Bezugselektrode der Brennstoffzellenvorrichtung elektrisch verbunden ist.
9. Brennstoffzellenvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurzschlußeinrichtung aufweist:
- ein erstes Element (41), das aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet ist, wobei das erste Element (41) so an der Zuführöffnung (40) angeordnet ist, daß es in Kontakt mit dem Kühlmedium steht;
  - ein zweites Element (44), das aus einem elektrisch leitfähigen Material gebildet ist, wobei das zweite Element (44) so an der Abführöffnung (42) angeordnet ist, daß es in Kontakt mit dem Kühlmedium steht; und
  - ein Verbindungsmittel (46), welches das erste Element (41) und das zweite Element (44) elektrisch verbindet.
10. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Element (41) und das zweite Element (44) maschenartig sind.
11. Brennstoffzellenvorrichtung mit einer mittels Stapeln von Einzelzellen gebildeten Mehrzahl von Zellenstapeln (10A-10D), dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist:
- eine Zuführ-/Abführvorrichtung (200), die angeschlossen ist zum Verteilen eines Brennstoffgases, das der Zuführ-/Abführvorrichtung (20) zugeführt wird, zu den Zellenstapeln (10A-10D) und zum Sammeln von Abgas von den Zellenstapeln, und zum Zuführen und Abführen des Brennstoffgases zwischen den Zellenstapeln und einer externen Vorrichtung, wobei die Zuführ-/Abführvorrichtung (200) aufweist:
  - einen Gaskanal (204), durch den das gesammelte Abgas strömen kann; und
  - eine Abbläsvorrichtung (205, 207), die von dem Gaskanal (204) abgezweigt ist, um Wassertröpfchen von dem Gaskanal (204) abzuführen.
12. Brennstoffzellenvorrichtung mit einer mittels Stapeln von Einzelzellen gebildeten Mehrzahl von Zellenstapeln (10n), dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist: ein Halteelement (172) mit einer auf einer Oberfläche des Halteelements (172) vorgesehenen Isolierschicht (174), das die Einzelzellen kontaktiert, wobei das Halteelement (172) eine Lagesicherung der gestapelten Einzelzellen bewirkt.
13. Brennstoffzellenvorrichtung mit einer mittels Stapeln von Einzelzellen gebildeten Mehrzahl von Zellenstapeln (10n), dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist: einen Behälter (2, 3), der die Mehrzahl von Zellenstapel (1) als eine Einheit beherbergt.
14. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (2, 3) aufweist:
- eine Zuführ-/Abführvorrichtung (4), die angeschlossen ist zur Zuführung und Abführung eines Brennstoffgases, eines Oxidationsgases und eines Kühlwassers, bezüglich des Zellenstapels innerhalb des Behälters (2, 3); und
  - eine Abführvorrichtung (5), die angeschlossen ist zum Abführen von mindestens einem von in dem Behälter (2, 3) vorhandenen Fluid und Gas aus dem Behälter (2, 3) heraus.
15. Brennstoffzellenvorrichtung mit mindestens einem durch Stapeln von Einzelzellen gebildeten Zellen-

- stapel (1), dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist: ein elastisches Bauteil (220), das so angeordnet ist, um in eine Stapelrichtung eine elastische Kraft auf die Einzelzellen auszuüben;
- ein Paar an Endplatten (12, 14), die auf eine solche Weise an gegenüberliegenden Enden der gestapelten Einzelzellen angeordnet sind, daß die Endplatten im wesentlichen parallel zu den Einzelzellen sind, und welche eine solche Steifigkeit besitzen, daß die Endplatten in Bezug auf die elastische Kraft starre Platten umfassen;
- ein Zwischenverbindungselement (170), das die Endplatten (12, 14) miteinander verbindet, und das eine Kraft auf die Endplatten (12, 14) ausübt, welche die elastische Kraft ausgleicht; und
- ein Befestigungselement (175), das in einer zur Stapelrichtung im wesentlichen senkrechten Richtung eingesetzt ist, und das die Endplatten (12, 14) und das Zwischenverbindungselement (170) befestigt.
16. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Zellenstapel mindestens zwei Zellenstapel (10A, 10D) aufweist, und die Zellenstapel (10A, 10D) in einer Richtung angeordnet sind, die im wesentlichen senkrecht zu einer Richtung verläuft, in der das Befestigungselement eingesetzt ist.

---

Hierzu 17 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

FIG. 1

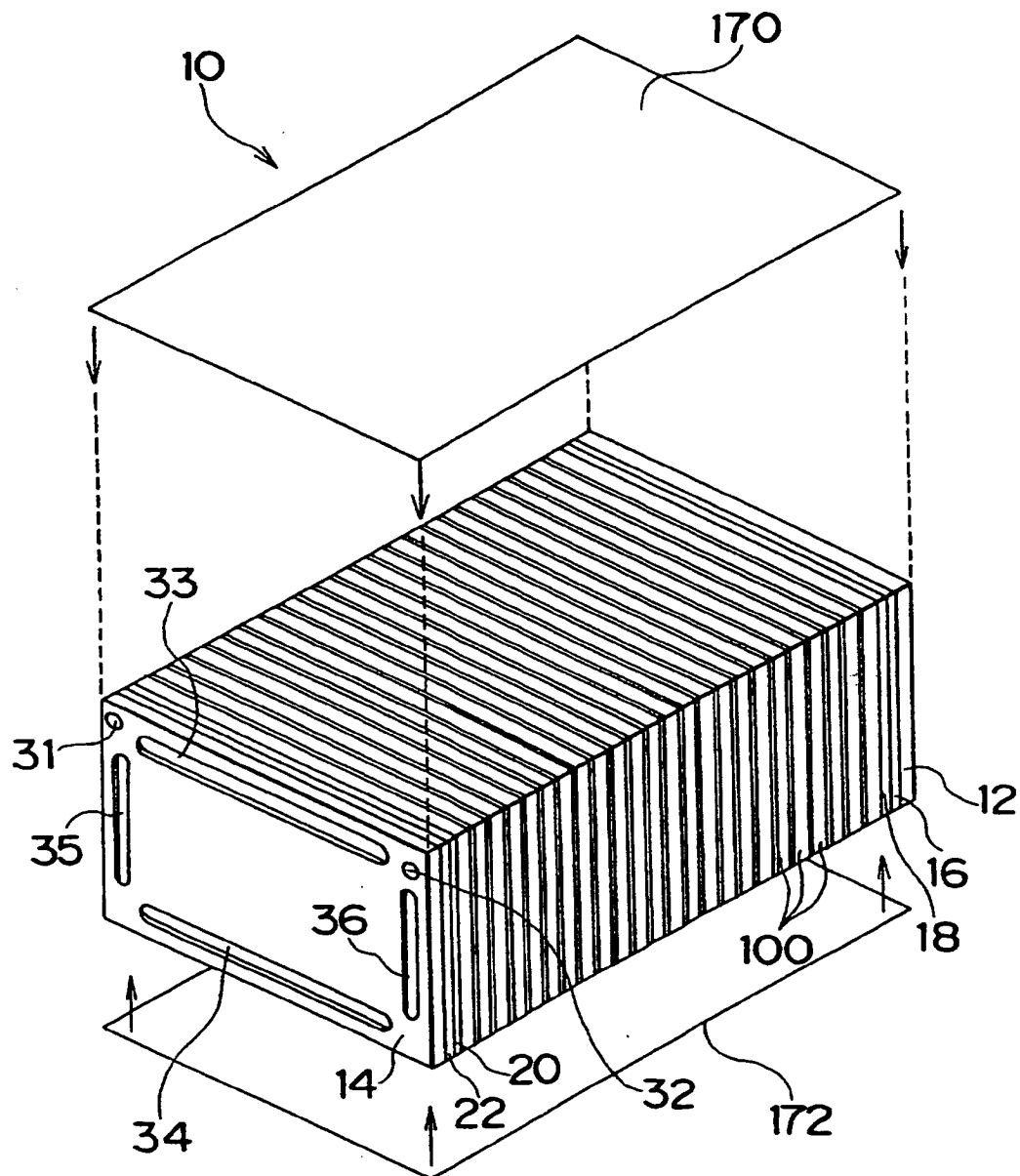
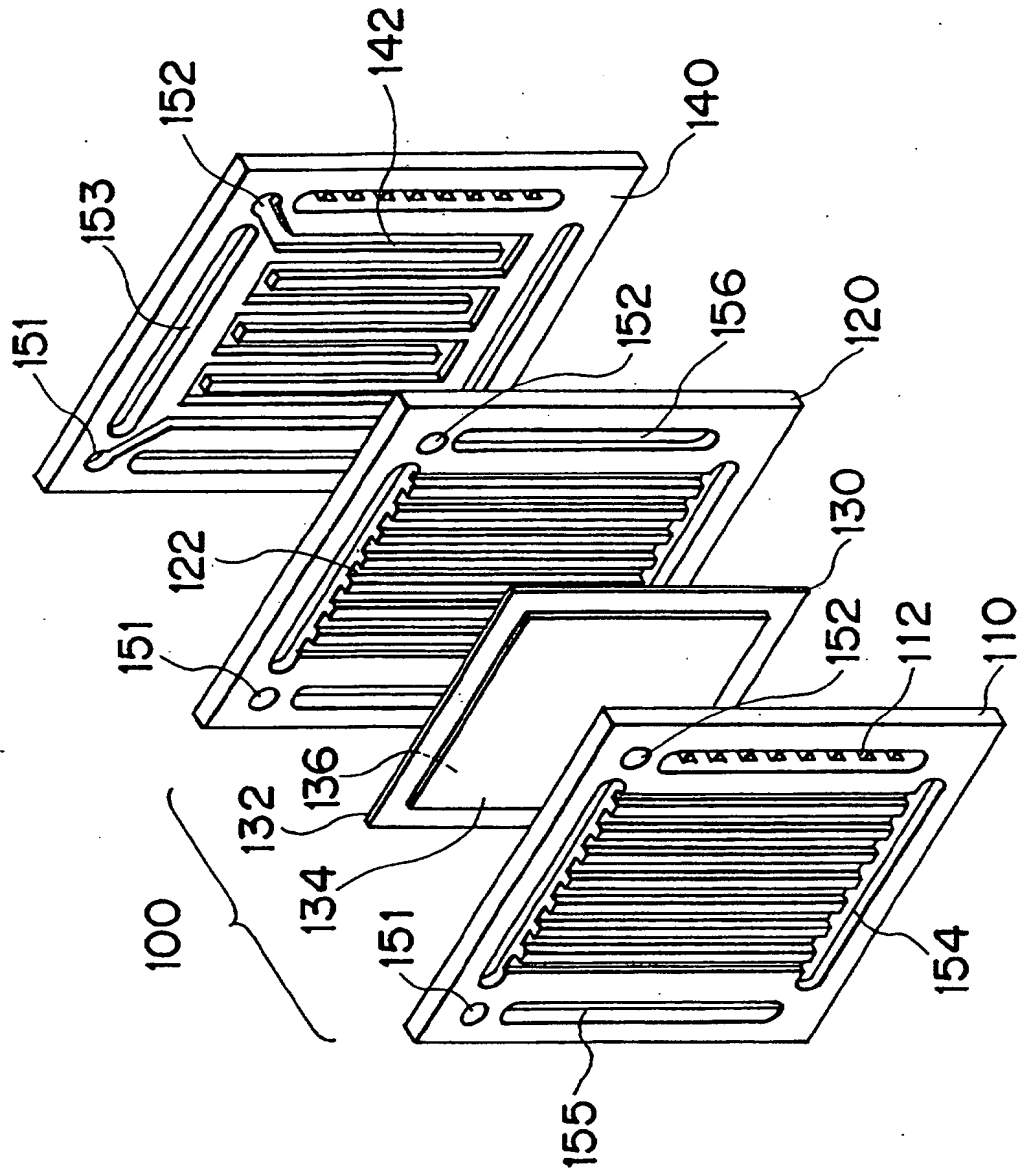
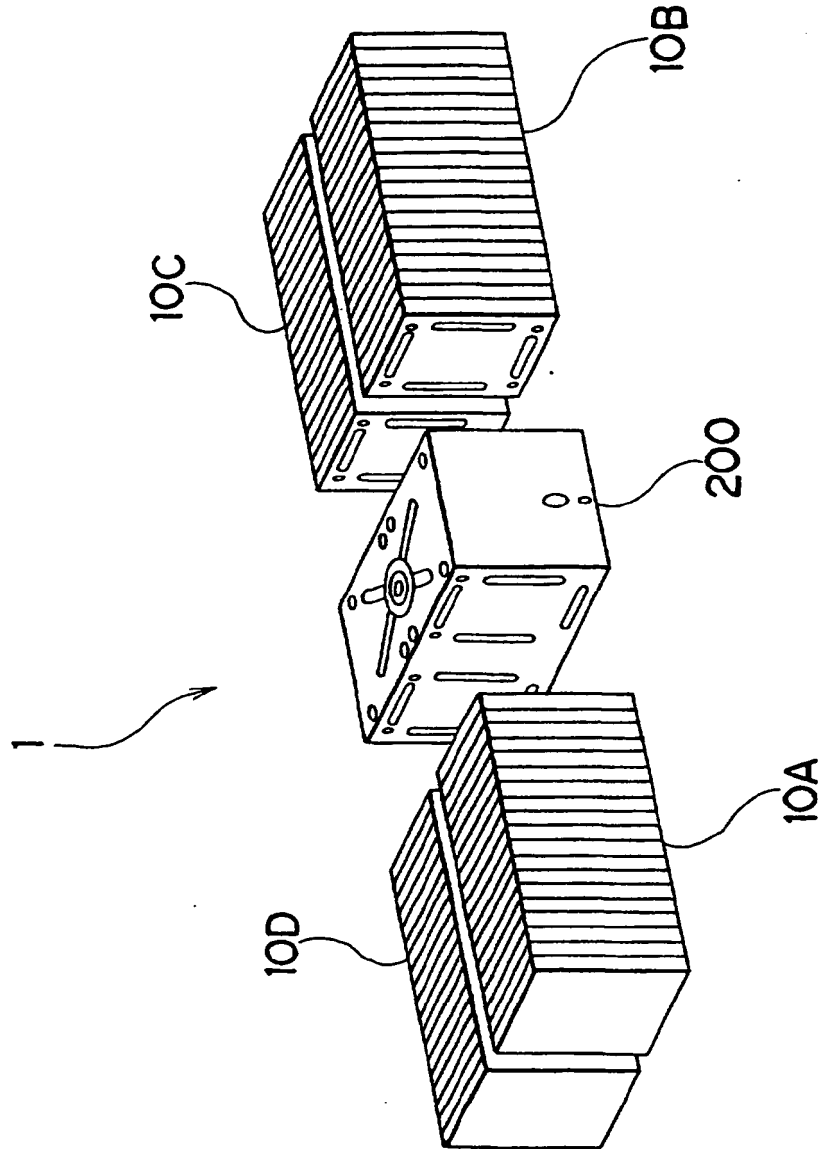




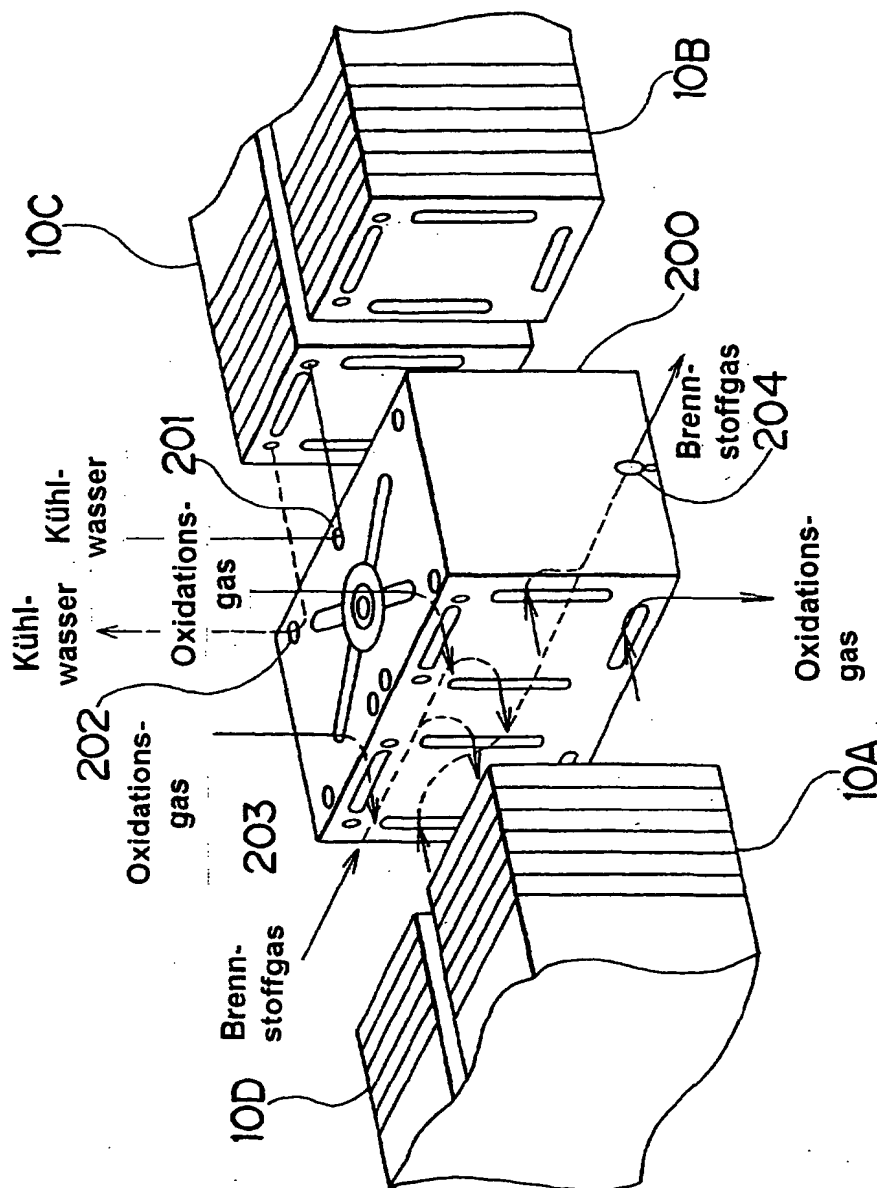
FIG. 2



**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

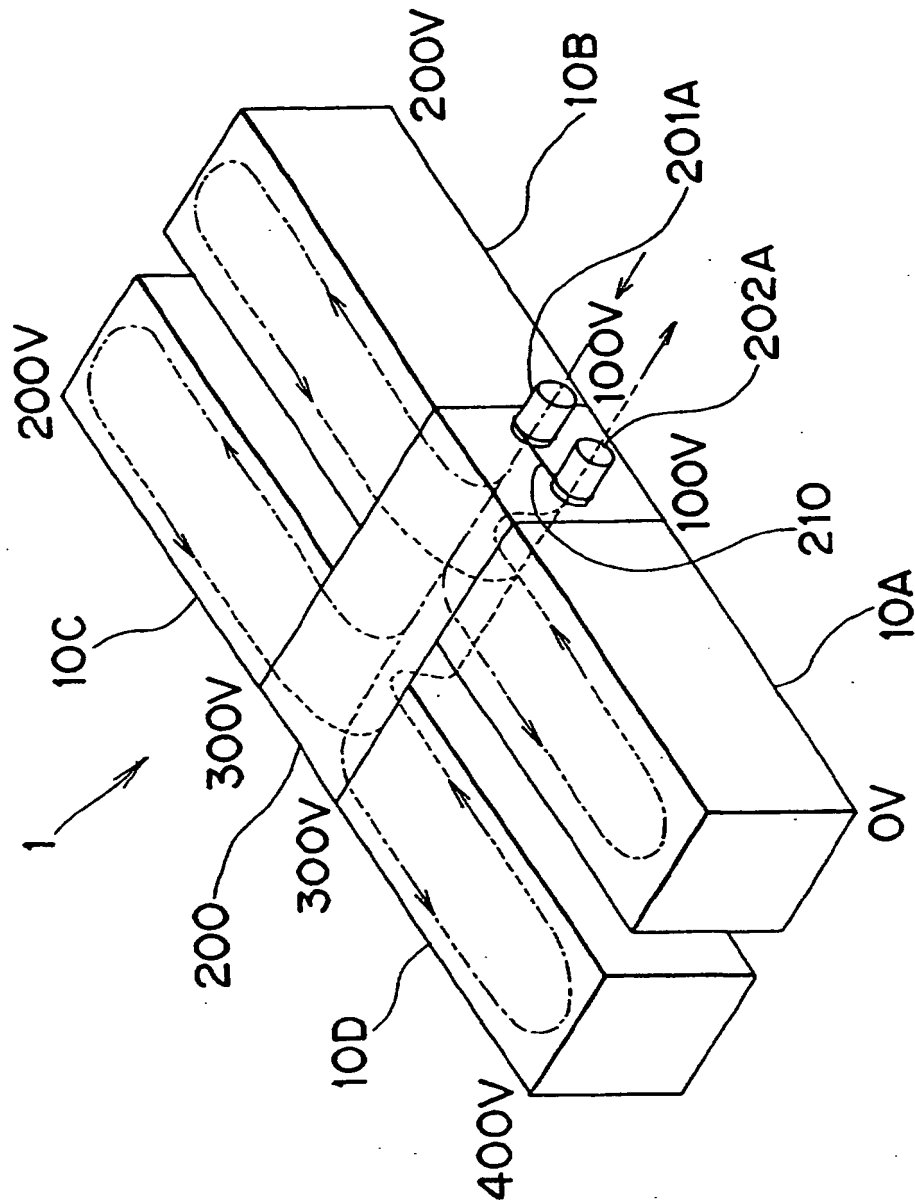


FIG. 6

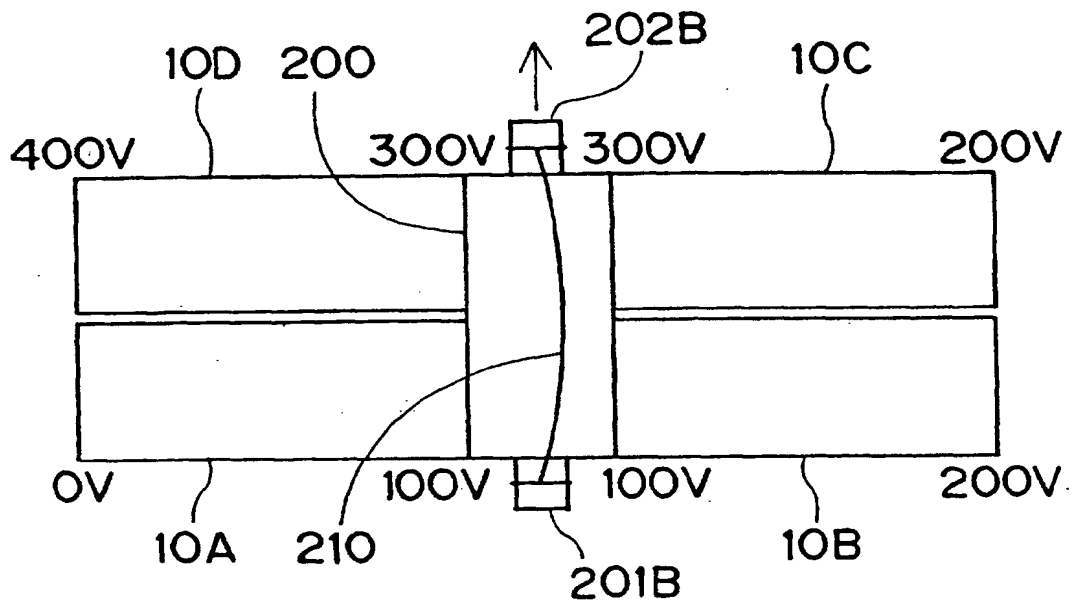


FIG. 7

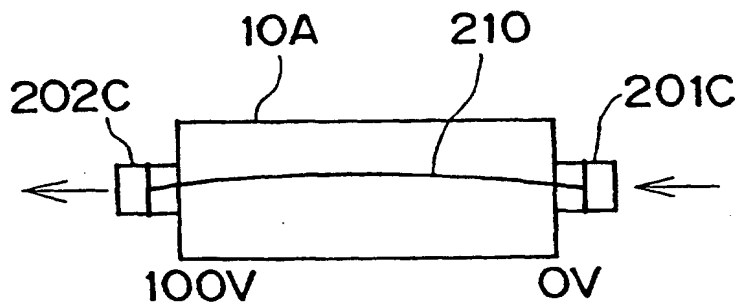


FIG. 8

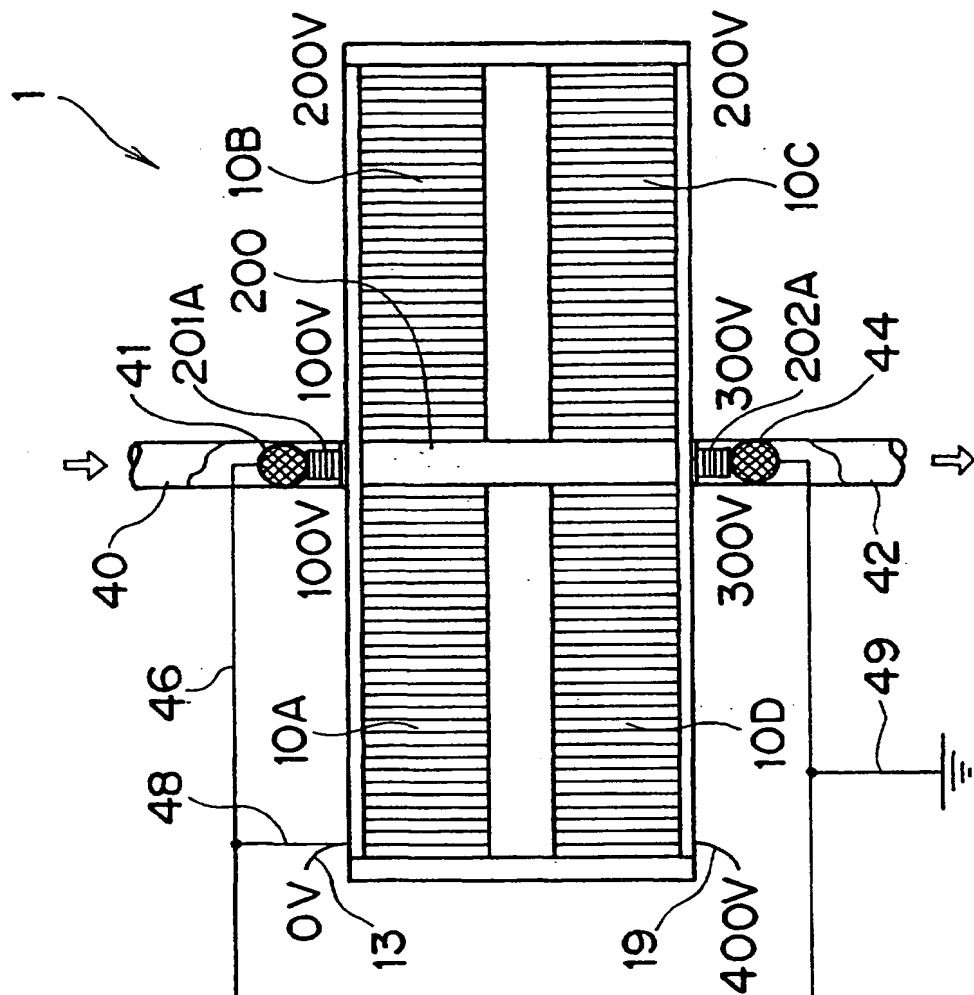




FIG. 9

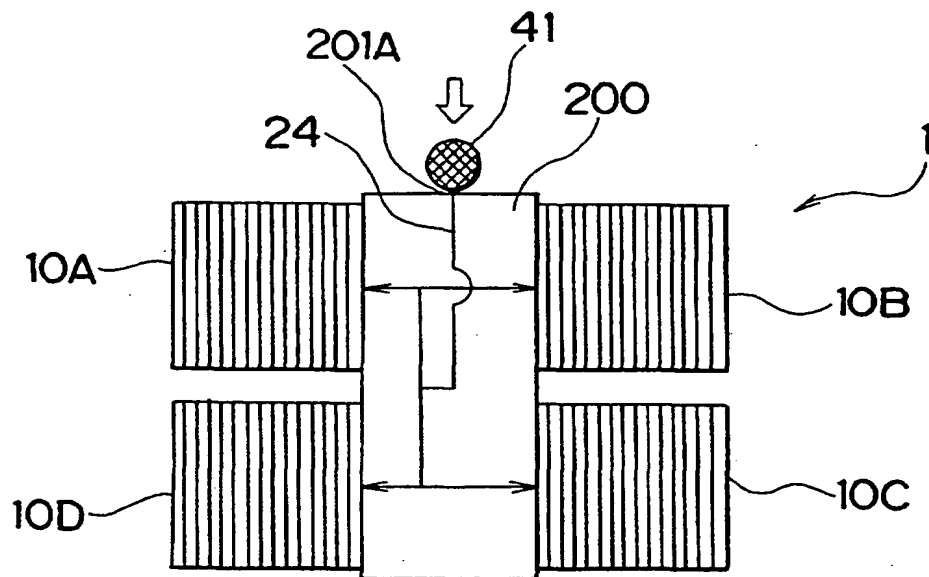
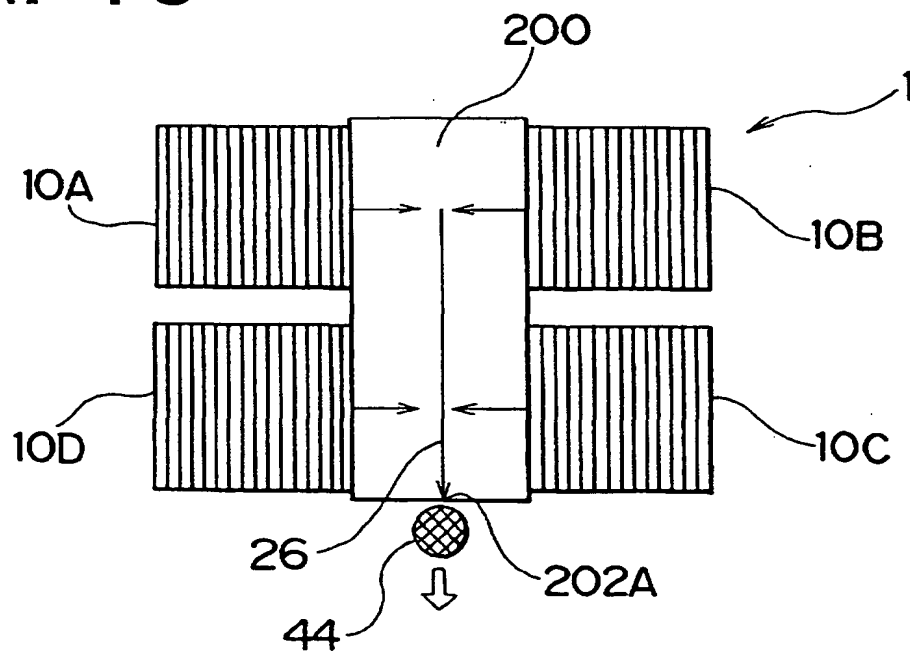
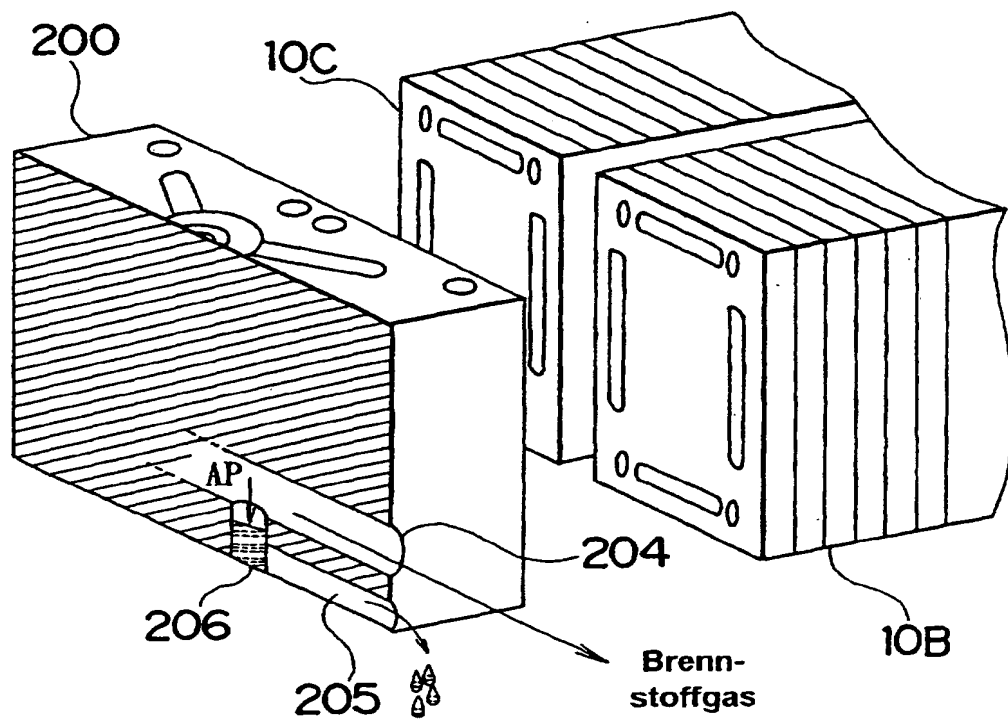


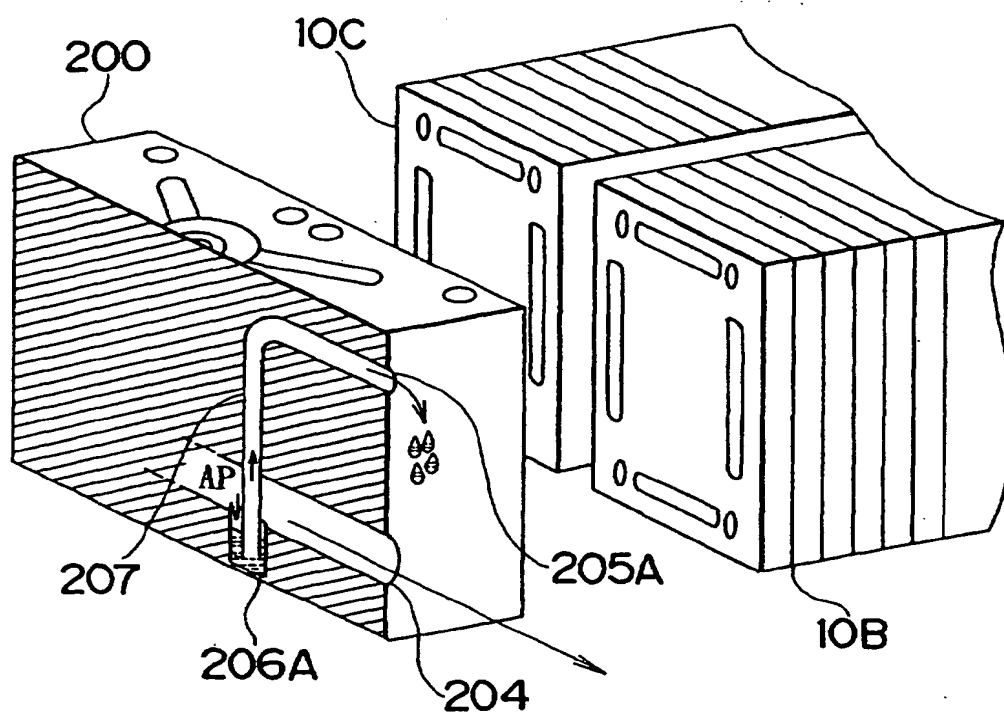
FIG. 10



# FIG. 11



# FIG. 12



# FIG. 13

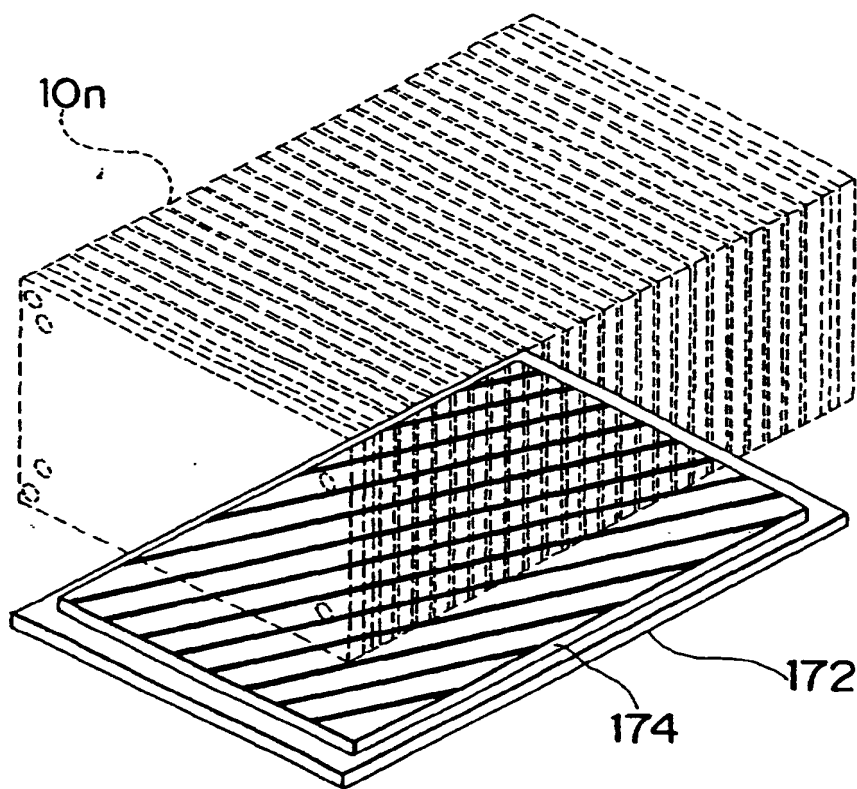


FIG. 14A

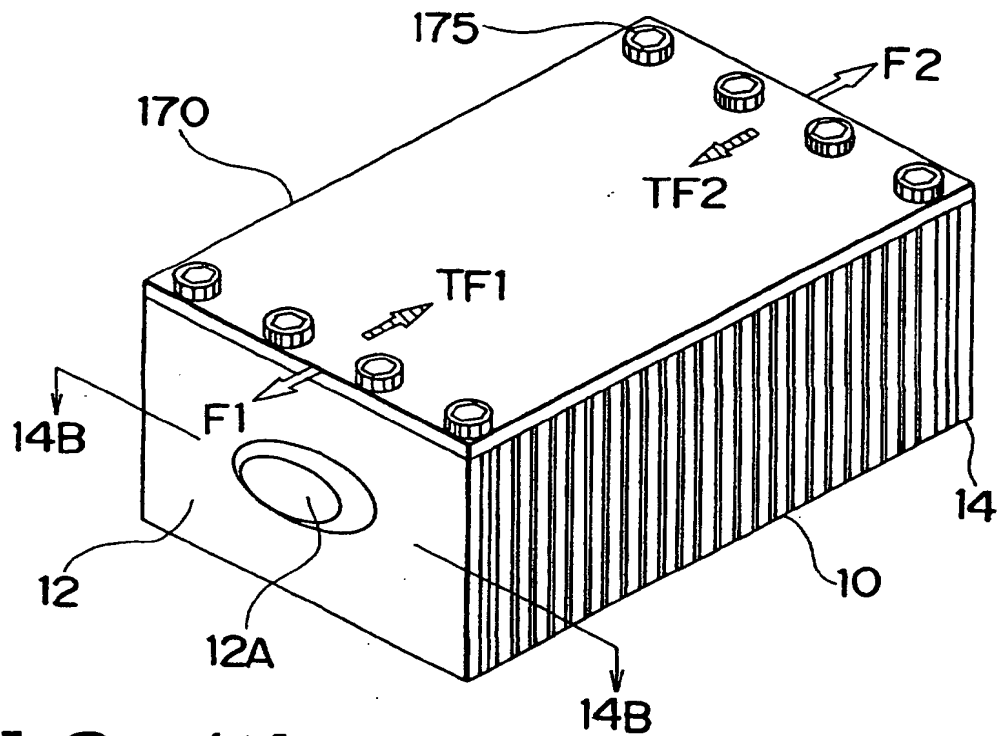
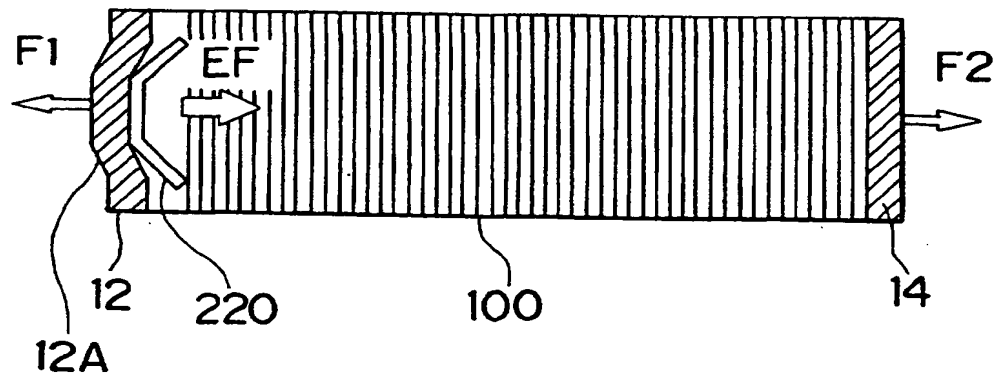


FIG. 14B



# FIG. 15

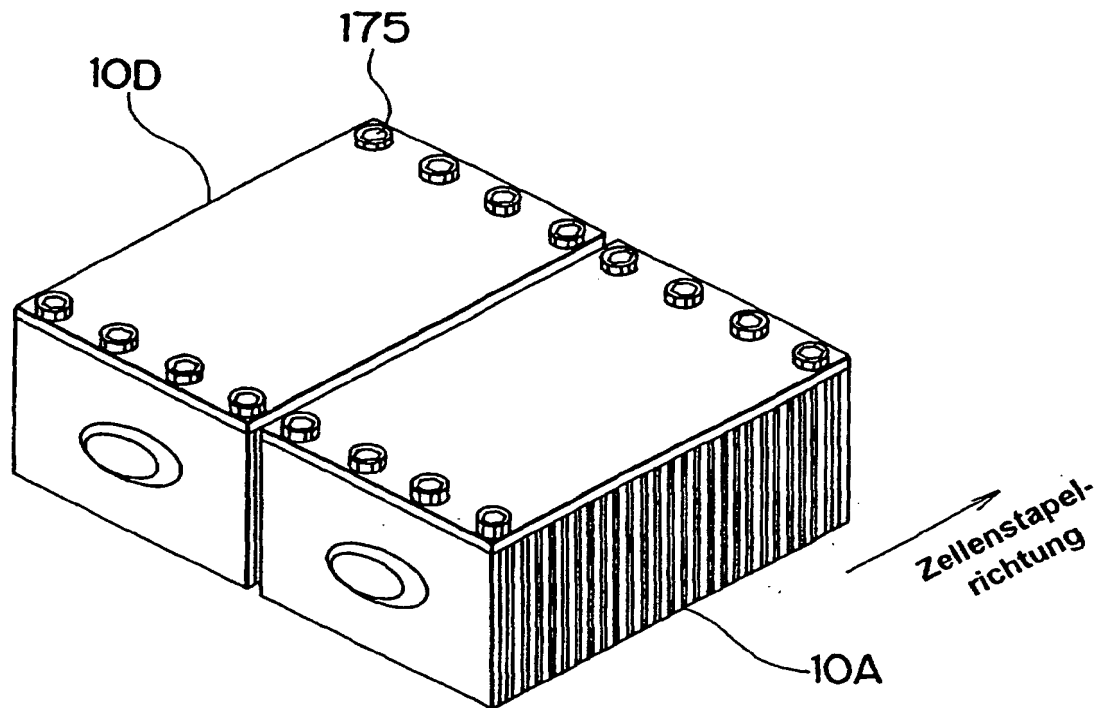


FIG. 16A

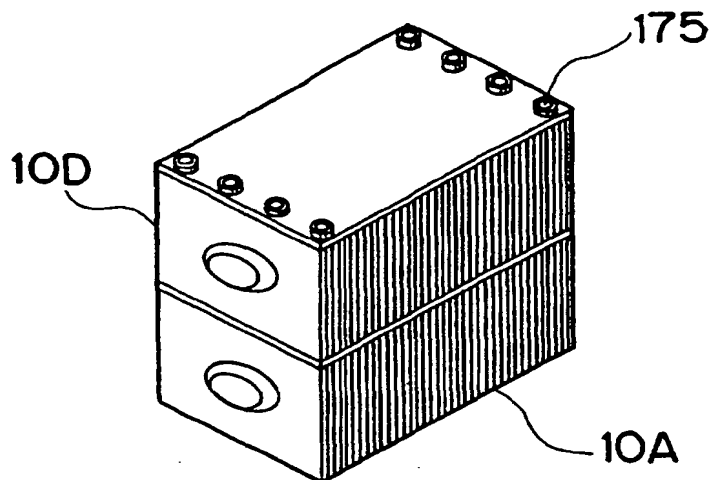
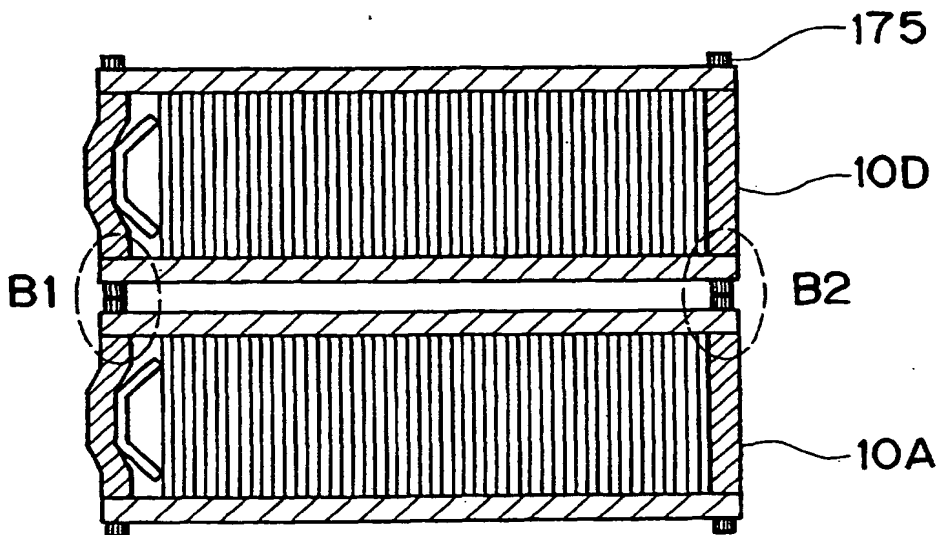


FIG. 16B



# FIG. 17

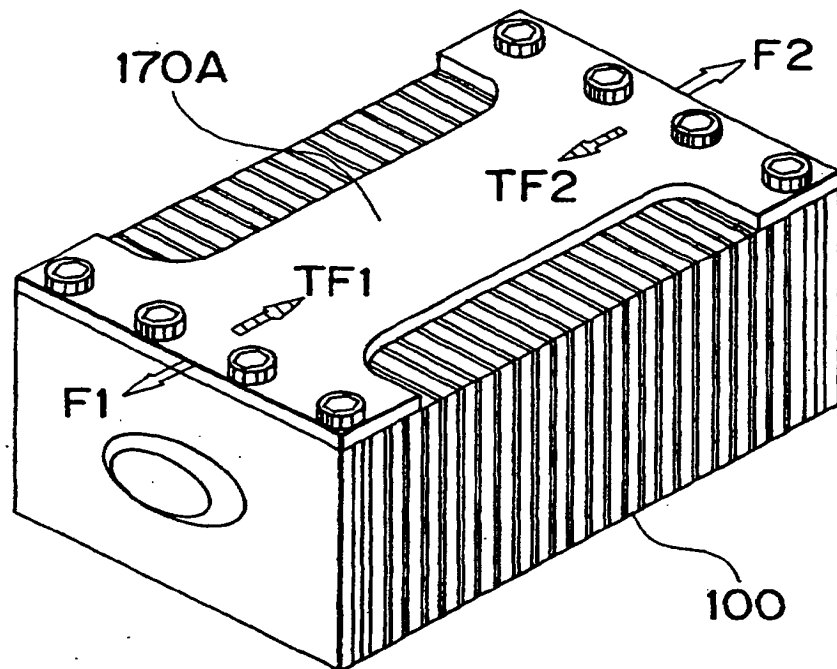




FIG. 18A

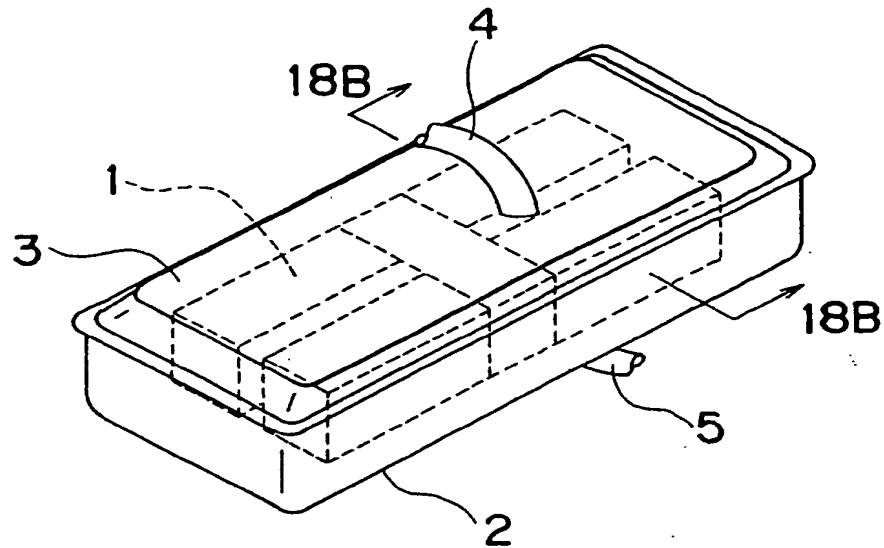


FIG. 18B

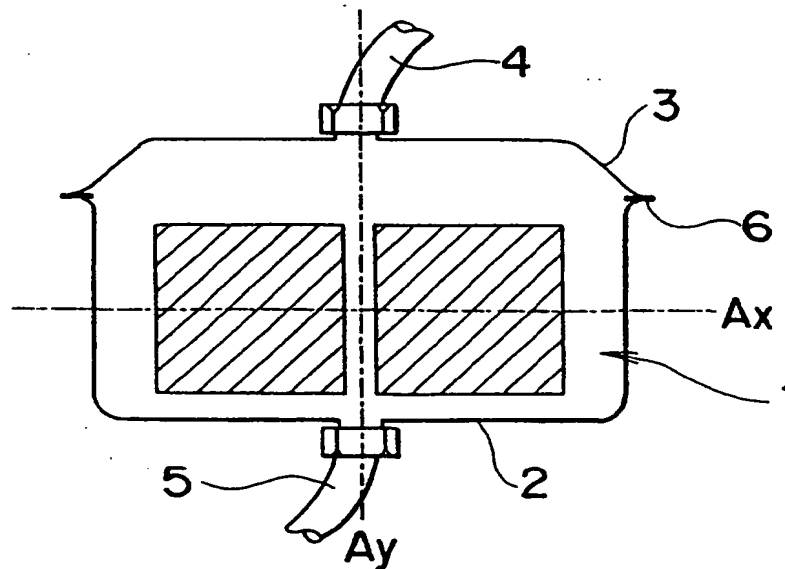


FIG. 19

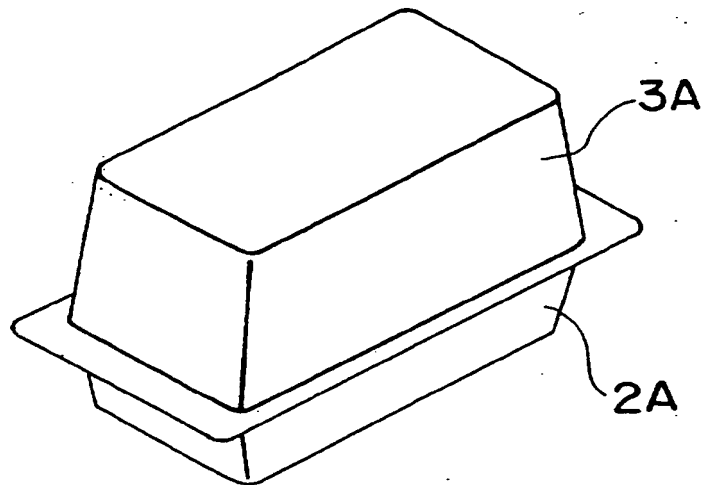


FIG. 20

